

Konspekt

Piotr Cholda

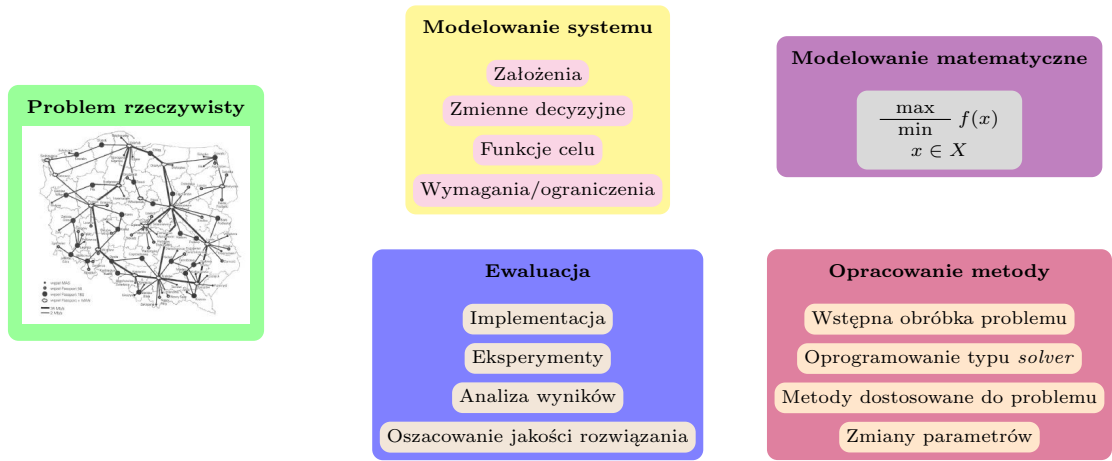
18 kwietnia 2018

1 Wstęp do optymalizacji

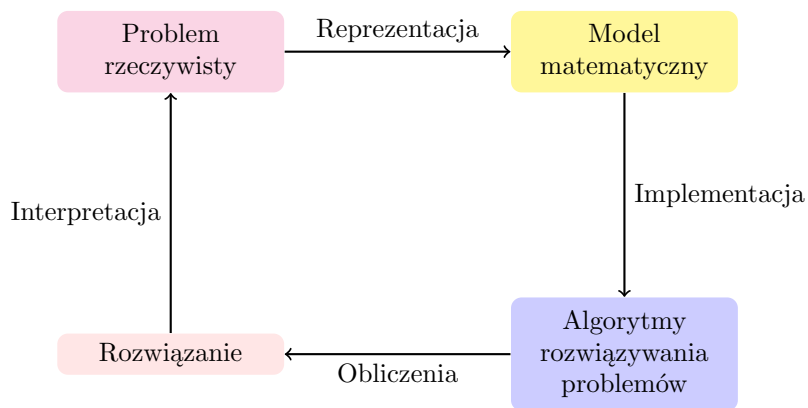
1.1 Metody matematyczne stosowane w optymalizacji sieci

1. Projektowanie systemów z użyciem procedur optymalizacyjnych.
2. Struktura analizy systemu w odniesieniu do projektowania sieci telekomunikacyjnej (rys. 1 oraz 2).
3. Struktura sformułowania problemu optymalizacyjnego za pomocą programowania matematycznego:
 - indeksy (*indices*),
 - stałe (*constants*),
 - zmienne (*variables*),
 - funkcja celu (*goal function*),
 - ograniczenia (*constraints*).
4. Rodzaje zmiennych:
 - ciągle rzeczywiste (*continuous*), $\in \mathbb{R}$,
 - całkowitoliczbowe (*integer*), $\in \mathbb{Z}$,
 - binarne (zero-jedynkowe, *binary*), zazwyczaj są to tzw. zmienne decyzyjne (np. 1: warunek zachodzi, 0: warunek nie zachodzi), $\in \mathbb{B} = \{0, 1\}$.
5. Dwa podstawowe podejścia do optymalizacji (ze względu na funkcję celu):
 - minimalizacja: nastawienie na koszty (*cost-centered*) lub straty,
 - maksymalizacja: nastawienie na zyski (*profit-centered*) lub użyteczność (*utility-centered*).
6. Zbiór dopuszczalny (zbiór rozwiązań dopuszczalnych, *feasible set*). Rozwiązanie dopuszczalne (*feasible solution*) a rozwiązanie optymalne (*optimal solution*). Pojęcie problemu sprzecznego (*infeasible problem*). Pojęcie problemu nieograniczonego (*unbounded problem*).
7. Rodzaje funkcji:

Przedmiot: Matematyczne narzędzia komputerowe w zastosowaniach telekomunikacyjnych
 Prowadzący: Piotr Cholda piotr.cholda@agh.edu.pl
 Kierunek: Elektronika i Telekomunikacja
 Specjalność: Sieci i usługi
 Semestr: I sem. (letni) studiów magisterskich



Rysunek 1: Elementy analizy i projektowania sieci telekomunikacyjnej.



Rysunek 2: Podstawowe składniki cyklu projektowania systemu.

- $f(z)$ — funkcja wypukła (*convex*, funkcje opóźnienia, funkcje kary), pojęcia zbioru wypukłego, epigrafu, funkcji ściśle wypukłej (*strictly convex*);
 - $f(z)$ — funkcja wklęsła (*concave*, funkcje kosztów wymiarowania, np. opisujące korzyści skali [*economies of scales due to diminishing marginal return*], funkcje użyteczności), pojęcie zbioru wklęsłego.
8. Programowanie wypukłe (CXP, *convex programming*): minimum globalne jest tożsame z minimum lokalnym, zerowy odstęp dualności (*duality gap*).
 9. Programowanie wklęsłe (CVP, *concave programming*): problem z uzyskaniem minimum globalnego.
 10. Rodzaje najbardziej interesujących nas w telekomunikacji modeli programowania matematycznego z ograniczeniami:
 - Programowanie liniowe (LP, *linear programming*): zmienne ciągłe, funkcja celu i ograniczenia liniowe (tzn. ograniczenia są zadawane równościami lub nierównościami liniowymi).
 - Optymalizacja kombinatoryczna, w której mamy przeliczalną (przeważnie skończoną) przestrzeń możliwych rozwiązań — niektóre problemy programowania dyskretnego, w tym problemy programowania całkowitoliczbowego IP: *integer programming*: zmienne całkowitoliczbowe (gdy tylko binarne: BIP, *binary integer programming*) — będziemy raczej używać modeli, w których funkcja celu i ograniczenia są liniowe (czyli tak naprawdę I[L]P, *integer linear programming*).
 - MI[L]P: *mixed integer (linear) programming*: zmienne ciągłe i całkowitoliczbowe, funkcja celu i ograniczenia liniowe.
 - Optymalizacja nieliniowa: dużo różnych — zazwyczaj bardzo trudnych do rozwiązania — problemów, zapoznamy się tylko z przedstawicielami programowania wypukłego (CXP, *convex programming*) i wklęsłego (CVP, *concave programming*), ale i tak głównie w kontekście ich linearyzacji.

1.2 Lektury

1.2.1 Materiał wykładu

Zagadnienia omówione w ramach tego wykładu są w dużym stopniu opisane w następującej książce:

- Michał Pióro and Deepankar Medhi. *Routing, Flow and Capacity Design in Communication and Computer Networks*. Morgan Kaufmann Publishers—Elsevier, San Francisco, CA, 2004: appendix C.3.

1.2.2 Bibliografia uzupełniająca

- Michał Pióro and Deepankar Medhi. *Routing, Flow and Capacity Design in Communication and Computer Networks*. Morgan Kaufmann Publishers—Elsevier, San Francisco, CA, 2004: podstawowe problemy projektowania sieci telekomunikacyjnych.

Przedmiot: Matematyczne narzędzia komputerowe w zastosowaniach telekomunikacyjnych
Prowadzący: Piotr Cholda piotr.cholda@agh.edu.pl
Kierunek: Elektronika i Telekomunikacja
Specjalność: Sieci i usługi
Semestr: I sem. (letni) studiów magisterskich

- Poompat Saengudomlert. *Optimization for Communications and Networks*. CRC Press/Science Publishers, Boca Raton, FL, 2012: przegląd problemów optymalizacyjnych w sieciach telekomunikacyjnych.