

Prof. nz. dr hab. inż. Andrzej M.J. Skulimowski
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie
Katedra Automatyki, Wydział EAIiE, Laboratorium Analizy i Wspomagania Decyzji

Systemy antycypacyjne i ich zastosowania w optymalizacji wielokryterialnej

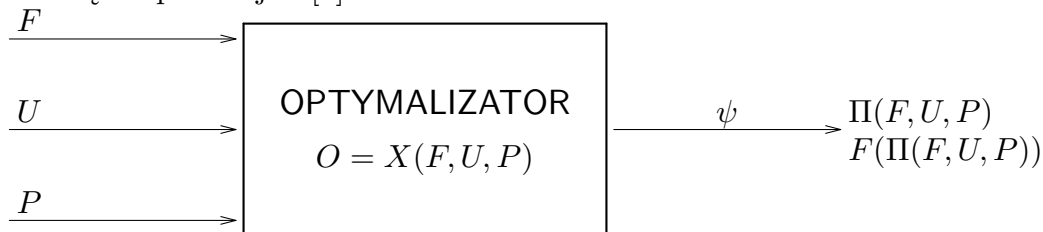
W pracach [2,3] zaproponowany został model wspomagania decyzji w problemach optymalizacji wielokryterialnej oparty o prognozowane decyzje podejmowane w powiązanych problemach. Obecne i przyszłe otoczenie problemu modelowane jest jako sieć wzajemnie zależnych obiektów zdolnych do podejmowania decyzji. Te z nich, które podejmują decyzje w sposób *racjonalny*, tj. optymalizują pewien zbiór kryteriów wg zdefiniowanej struktury preferencji, nazwiemy *optymalizatorami*. W przedstawionym tu modelu wspomagania decyzji zakładamy, że istnieje pewien podzbiór sieci optymalizatorów, dla którego znane są — być może w sposób przybliżony — parametry optymalizowanych problemów, tj. kryteria, ograniczenia i struktura preferencji. Taką podsieć nazwiemy zbiorem *optymalizatorów przewidywalnych*. Na podstawie przewidywanych wyników optymalizacji problemów rozwiązywanych przez *optymalizatory przewidywalne*, zależne od problemu rozwiązywanego w chwili obecnej, dokonywany jest wybór decyzji, która bierze pod uwagę konsekwencje prognozowane w oparciu o analizę drzewa przyszłych rozwiązań problemów zależnych. Taki model podejmowania decyzji analizowany był w pracach [3,4]. Obecnie rozważamy sytuację, gdy zbiór optymalizatorów przewidywalnych tworzy antycypacyjny system decyzyjny dla problemu optymalizacji wielokryterialnej

$$(F : U \rightarrow E) \rightarrow \min(P), \quad (1)$$

gdzie $F = (F_1, \dots, F_N)$ jest kryterium wektorowym, $U \subset \mathbb{R}^k$, $E \subset \mathbb{R}^N$, a $P \subset 2^E \times E$ jest pewną strukturą preferencji, przy czym przez antycypacyjny system decyzyjny rozumiemy będziemy układ sterowania ze sprzężeniem zwrotnym:

$$\dot{x} = f(x, u), \quad u(t) = g(x(t), \hat{x}(t, t + \tau)), \quad (2)$$

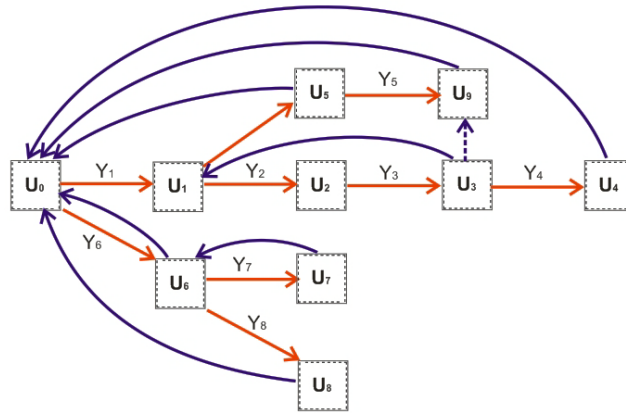
gdzie $\hat{x}(t, t + \tau)$ jest prognozą stanu x po upływie czasu τ dostępną w chwili t , a f i g opisują odpowiednio dynamikę układu otwartego i sprzężenia zwrotnego. Analogicznie definiujemy antycypacyjny system decyzyjny z czasem dyskretnym. Zauważmy, że definicja (2) oparta o [2] różni się od podanej w [1].



Rys. 1. Schemat optymalizatora z mechanizmem selekcji rozwiązań kompromisowych $\psi : X(U, F, P) \times I \rightarrow \Pi(U, F, P)$, gdzie $\Pi(U, F, P)$ jest zbiorem punktów niezdominowanych dla problemu (1), a I zbiorem parametrów procedury interakcyjnej.

Powyższa teoria może być zastosowana do modelowania i prognozowania konsekwencji w antycypacyjnych systemach decyzyjnych, gdzie przyszłe decyzje generowane przez optymalizatory są prognozowane w oparciu o założenie racjonalności podejmowanej decyzji, tzn. gdy do podjęcia decyzji w chwili t znana i wystarczająca jest znajomość sieci optymalizatorów przewidywalnych. W szczególności zakładamy, że dla problemu (1) zna-

my charakterystyki jego powiązań z siecią optymalizatorów przewidywalnych i strukturę tej sieci. W pracy przedstawimy dokładniej klasę problemów, w których powiązania dotyczą zbioru dopuszczalnych decyzji, z których może być dokonywany przyszły wybór rozwiązania, w taki sposób, że zakres decyzji w problemie X_{i+1} zależy od wyników poprzedzającego problemu X_i , tj. znane są odwzorowania wielowartościowe $Y(i)$ takie, że $Y(i) := \varphi(i) \circ F_{i-1}$ dla pewnego $\varphi(i) : F_{i-1}(U_{i-1}) \rightarrow U_i$. Dodatkowo zakładamy, że antycypacyjny sposób podejmowania decyzji (2) stosowany jest we wszystkich optymalizatorach wchodzących w skład sieci optymalizatorów przewidywalnych, przy czym każdy z optymalizatorów bierze pod uwagę jedynie konsekwencje dla wybranych elementów sieci. W omawianym modelu funkcje wielowartościowe $Y(i)$ tworzą związki kauzalne, a wzięcie pod uwagę konsekwencji wyboru rozwiązania w problemie X_k dla zakresu wyboru rozwiązania przyszłego problemu X_m stanowi sprzężenie informacyjne pomiędzy X_k a X_m . Przykładowy sposób powiązania problemów decyzyjnych przedstawiony jest na Rys. 2.



Rys. 2. Przykład drzewa powiązanych problemów decyzyjnych (krawędzie jaśniejsze) ze sprzężeniami informacyjnymi (czarne krawędzie).

Dla opisanego wyżej modelu sformułować można wiele wariantów problemów antycypacyjnego podejmowania decyzji, różniących się sposobem uwzględnienia konsekwencji wcześniejszych decyzji. W pracy przedstawimy konstruktywny algorytm rozwiązujący problemy antycypacyjnego podejmowania decyzji w sieci optymalizatorów przewidywalnych, w których zbiór alternatyw decyzyjnych jest skończony, wszyscy decydenci są racjonalni, tzn. wybierają rozwiązania Pareto-optymalne, a uwzględnienie przewidywanych konsekwencji podejmowanej decyzji polega na zapewnieniu przyszłym decydentom możliwości wyboru rozwiązania z pewnego ustalonego podzbioru zbioru decyzji dopuszczalnych *a priori*, np. rozwiązań niezdominowanych. Przedstawione zostaną również wyniki eksperymentów obliczeniowych dla wybranych klas problemów dyskretnych oraz potencjalne zastosowania modelu w konstrukcji warunkowych prognoz rozwoju technologii informatycznych [4].

Literatura

- [1] R. Rosen, *Anticipatory Systems — Philosophical, Mathematical and Methodological Foundations*, Pergamon Press, London, 1985.
- [2] A. M. J. Skulimowski, *Solving Vector Optimization Problems via Multilevel Analysis of Foreseen Consequences*, Found. Control Engrg. 10:1 (1985), 25–38.
- [3] A. M. J. Skulimowski, *Anticipatory Network Models of Multicriteria Decision-Making Process*. Proceedings of the International Conference URPDM'2010, Coimbra, kwiecień 2010.
- [4] *Metodologia foresightu technologii informatycznych*, Raport techniczny projektu „Scenariusze i trendy rozwojowe wybranych technologii społeczeństwa informacyjnego do roku 2025”, nr WND-POIG.01.01.01-00-021/09, Kraków, 2010.