

Wyznaczanie optymalnego oświetlenia wspomaganie metodami formalnymi

Adam Sędziwy

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział EAIiE, Katedra Automatyki

Streszczenie: W niniejszym artykule przedstawiam kierunki swoich badań oraz motywację ich podjęcia. Dotyczą one budowy formalnego modelu wspierającego tworzenie inteligentnych systemów projektowania i sterowania oświetleniem ulicznym.

Słowa kluczowe: inteligentne sterowanie oświetleniem, LED, graf, hipergraf, system wieloagentowy

Przedmiotem prowadzonych przeze mnie badań jest wyznaczanie optymalnego rozkładu i charakterystyki pracy punktów świetlnych w przestrzeni miejskiej [1]. Problematyka ta znajduje się w nurcie popularnych obecnie zagadnień dotyczących rozwiązań typu *smart grid*. Ich wagę i znaczenie potwierdzają duże nakłady finansowe, jakie inwestowane są w badania nad inteligentnym zarządzaniem energią, a w szczególności nad minimalizacją jej użycia. Przykładami są rozwiązania w ramach projektu Amsterdam Smart City czy apartamenty Solaire (NY, USA).

Prace moje zmierzają w kierunku stworzenia kompleksowego systemu wyznaczającego optymalny dla danego miasta rozkład punktów oświetleniowych oraz systemu sterującego ich pracą. Celem działań jest obniżenie kosztów eksploatacji poprzez uzyskanie oszczędności energii, a także podniesienie jakości oświetlenia ulic, budynków użyteczności publicznej itp., a przez to bezpieczeństwa i jakości życia mieszkańców.

Uzyskanie oszczędności wiąże się z jednej strony z wykorzystaniem technologii oświetleniowych LED/HID charakteryzujących się wysoką sprawnością, znacznie dłuższą żywotnością i bezawaryjnością lamp, z drugiej zaś strony z inteligentnym sterowaniem, dostosowującym charakterystykę pracy, a więc i pobór mocy do panujących warunków środowiska. W kontekście tego drugiego czynnika należy nadmienić, że integralnym elementem systemu są sensory zbierające dane pomiarowe, takie jak poziom światła naturalnego, natężenie ruchu itp. Rozwiązanie takie może stanowić naturalny element wspomnianych wyżej systemów *smart grid*.

Poważną komplikacją we wdrożeniu inteligentnego systemu kontroli oświetlenia jest złożoność obliczeniowa zadania sterowania takim systemem w przypadku zagadnień wielkoskalowych [1]. Badania podjęte w kierunku jego realizacji polegają, w pierwszej kolejności, na stworzeniu formalnego, abstrakcyjnego modelu danych i opisu rozważanego środowiska. Jako formalizm spełniający wymagania przyjęto w tym kontekście model hipergrafowy. Służy on do opisu przestrzeni miejskiej do poziomu pojedynczych budynków włącznie.

Planuje się, że funkcje sterowania systemem, czyli projektowanie rozmieszczenia lamp i kontrolowania ich pracy realizowane będą przez system agentowy z możliwym udziałem systemu ekspertowego, na podstawie wiedzy agentów, związanej ze strukturą grafową i wiedzy pochodzącej ze środowiska (sensorów). Takie podejście pozwala na zrównoleglenie procesu przetwarzania i znaczne obniżenie złożoności w zadaniu projektowania i podejmowania decyzji.

Opisana tematyka stanowi punkt wyjścia do badań w zakresie wielu szczegółowych zagadnień pochodnych, takich jak implementacja efektywnego systemu agentowego, realizującego rozproszone transformacje hipergrafowe czy opracowanie metod pozyskiwania abstrakcyjnej (hipergrafowej) reprezentacji dla obiektów nie posiadających opisu w postaci analitycznej (numerycznej) (por. [2]).

Wspomniana metoda agentowego (równoległego) przetwarzania, bazującego na rozproszonej reprezentacji grafowej jest przedmiotem badań, jakie prowadzimy wspólnie z prof. Leszkiem Kotulskim [3, 4]. Może być ona stosowana w tak różnych dziedzinach jak syntaktyczne rozpoznawanie obrazów, zagadnienia projektowania, refaktoring i inne. Wspólną, zakładaną właściwością wszystkich tych zagadnień jest możliwość budowy reprezentacji grafowej lub hipergrafowej dla rozważanego systemu, w której transformacje grafowe (produkcje pewnej gramatyki grafowej) modelują ewolucję systemu. Zasadniczą koncepcją podejścia jest dekompozycja wspomnianego wyżej grafu (hipergrafu) na zbiór podgrafów (tzw. *grafy częściowe* lub *komplementarne*), które dziedziczą produkcje gramatyki wyjściowej, stosowanej dla przypadku „scentralizowanego”. Za utrzymywanie spójności zbioru podgrafów i wykonywanie produkcji odpowiedzialny jest system agentowy. Zastosowanie zrównoleglenia dla problemów grafowych skutkuje istotną redukcją złożoności obliczeniowej co stanowi główny cel metody. W ramach badań wykazano, że protokoły synchronizacji stosowane przez agentów w ramach rozproszonych transformacji grafowych posiadają złożoność wielomianową [5], co gwarantuje wydajność systemu. Efektem badań jest budowa środowiska agentowego GRADIS mogącego wykorzystywać szeroki zakres gramatyk grafowych [3].

Dalszym kierunkiem badań będzie wykorzystanie metody projektowania wielkoskalowego do innych niż oświetlenie problemów projektowania.

Bibliografia

1. Sędziwy A., Kotulski L.: *Solving Large-Scale Multi-point Lighting Design Problem Using Multi-Agent*

- Environment*, Key Engineering Materials Vol. 486, Advanced Design and Manufacture IV (2011).
2. Sędziwy A.: *Transformacja danych GIS do reprezentacji grafowej dla przetwarzania agentowego*, Automatyka (2011).
 3. Kotulski L., Sędziwy A.: *GRADIS – the multiagent environment supported by graph transformations*. Simulation Modelling Practice and Theory 18(10) Simulation-based Design and Evaluation of Multi-Agent Systems (2010), 1515–1525.
 4. Kotulski L., Sędziwy A.: *Parallel Graph Transformations with Double Pushout Grammars*, Proceedings of the 10th International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing: Part II (ICAISC'10), Leszek Rutkowski, Rafał Scherer, Ryszard Tadeusiewicz, Lotfi A. Zadeh, and Jacek M. Zurada (Eds.), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, (2010), 280–288.
 5. Kotulski L., Sędziwy A.: *Parallel graph transformations supported by replicated complementary graphs*. [In:] Proceedings of the 10th International Conference on Adaptive and Natural Computing Algorithms – Vol. Part II (ICANNGA'11), Andrej Dobnikar, Uroš Lotrič, and Branko Šter (Eds.), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, (2011), 254–264. ■

Optimal Lighting Design Supported by Formal Methods

Abstract: The article presents my recent work and its future direction including their motivation and background. Developing formal methods underlying intelligent systems of design and control of street lighting are in my research area.

Keywords: intelligent lighting control, LED, graph, hypergraph, multiagent system

dr Adam Sędziwy

Ukończył fizykę (spec. fizyka teoretyczna, *cum laude*) i informatykę (*cum laude*) na Uniwersytecie Jagiellońskim. Autor i współautor publikacji m.in. z zakresu metod syntaktycznych rozpoznawania obrazów, zastosowania metod grafowych w przetwarzaniu rozproszonym i systemach wieloagentowych.
e-mail: sedziwy@agh.edu.pl

