

Room heating simulation - harmonogram

Damian Tworek, Kamil Miśkowiec

Jan Ziętek, Łukasz Wala

*AGH, Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji
Modelowanie Systemów Dyskretnych 2021/2022*

Kraków, 31 maja 2022

1 Idea projektu

Projekt polega na stworzeniu symulacji ogrzewania pomieszczenia. Na podstawie symulacji wyciągnięte zostaną wnioski dotyczące najbardziej opłacalnej strategii ogrzewania pomieszczeń.

Podstawą symulacji będzie trójwymiarowy automat komórkowy działający na podstawie wybranego modelu dynamiki termicznej, opierający się przede wszystkim na przewodnictwie cieplnym (możliwość uwzględnienia np. konwekcji czy promieniowania, wilgotność powietrza, przepływ powietrza raczej nie zostanie uwzględniony ze względu na poziom skomplikowania). Będzie on również uwzględniał takie elementy jak: przenikalność cieplna elementów takich jak ściany, podłoga, sufit, okna, do tego temperaturę otoczenia poza pomieszczeniem (na zewnątrz, u sąsiadów, jeżeli to np. pomieszczenie w bloku), źródła ciepła: grzejniki, ludzi znajdujących się w pomieszczeniu.

2 Harmonogram

2.1 Zajęcia 04.05.2022

- Wybór technologii użytej do wizualizacji automatu komórkowego.
- Podstawowa implementacja warstwy wizualizacyjnej.
- Specyfikacja użytego modelu uproszczonej dynamiki termicznej.

2.2 Zajęcia 11.05.2022

- Implementacja używanego modelu dynamiki termicznej.
- Początek implementacji obiektów będących elementami symulowanego pomieszczenia, np. ściany, grzejnik, okna.

2.3 Zajęcia 18.05.2022

- Dokończenie implementacji elementów pomieszczenia.
- Implementacja interaktywnej możliwości edycji parametrów symulacji.

2.4 Zajęcia 25.05.2022

- Poprawki oraz ostateczne usprawnienie symulacji oraz jej wizualizacji.
- Implementacja mechanizmów kolekcjonujących dane z symulacji.
- Wykonanie symulacji z różnymi parametrami oraz zebranie danych.

2.5 Zajęcia 01.06.2022

- Analiza wyników, weryfikacja oraz sformułowanie wniosków.
- Oddanie projektu oraz przedstawienie uzyskanych wniosków.

3 Literatura

1. Jarosław Wąs, Artur Karp, Szymon Łukasik, Dariusz Pałka *Modeling of Fire Spread Including Different Heat Transfer Mechanisms Using Cellular Automata*

Ta praca traktuje o rozprzestrzenianiu się ognia, jednak można z niej zaczerpnąć kilka wartościowych informacji istotnych dla projektu, jak rodzaj sąsiedztwa dla automatu trójwymiarowego dla sześciennych komórek. W projekcie zostanie zastosowane sąsiedztwo zawierające 6 komórek przylegających ścianami. Inne, odrzucone możliwości to komórki współdzielące krawędzie lub komórki współdzielące wierzchołki, jednak z powodów opisanych w pracy zostały odrzucone. Do tego praca specyfikuje wzory opisujące zjawisko konwekcji.

2. Purvesh Bharadawaj, Ljubomir Jankovic *Cellular Automata Simulation of Three-dimensional Building Heat Loss*

Z tej pracy zaczerpnięty został podział typów agentów odpowiadający elementom o różnych właściwościach termodynamicznych (powietrze, ściany, okna, izolacja, źródła ciepła).

Również na podstawie tej oraz poprzedniej pracy stworzony został model przewodnictwa cieplnego oparty na prawie Fouriera, przystosowany do użycia w automacie komórkowym:

Dla pewnej komórki i przepływ ciepła można opisać równaniem

$$Q = - \sum_{j \in O(i)} k \frac{\Delta T_j}{\Delta l} A \quad (1)$$

Gdzie,
 $O(i)$ - zbiór sąsiadów komórki i ,
 Q - przepływ ciepła (W),
 k - przewodnictwo cieplne (W/(m·K)),
 ΔT_i - różnica temperatur pomiędzy komórką i a jej sąsiadem j (K),
 l - odległość środkami komórek (m),
 A - pole powierzchni wymiany (m²).

Następnie temperaturę komórki można obliczyć ze wzoru

$$T = \frac{Q}{\rho V c} \quad (2)$$

Gdzie,
 Q - przepływ ciepła (W),
 ρ - gęstość (kg/m³),
 V - objętość (m³),
 c - ciepło właściwe (K/(Kg·K))

3. Sergey Bobkov, Edward Galiaskarov, Irina Astrakhantseva *The use of cellular automata systems for simulation of transfer processes in a non-uniform area*
4. Sergey Bobkov *Cellular Automata Systems application for simulation of some processes in solids*

Dwie ostatnie pozycje zawierają alternatywne podejście do problemu, które może być przydatne podczas walidacji modelu lub jeżeli w trakcie tworzenia okaże się, że wybrany model jest w jakiś sposób niepoprawny.