

Tematy prac inżynierskich

Prof. Dmytro Svyetlichnyy

Automaty komórkowe (Cellular Automata - CA) - Rozwój mikrostruktury (2D lub 3D) - Metalurgia – Inżynieria Materiałów

1. Modelowanie krzepnięcia

Opracować model zmiany stanu skupienia – krzepnięcia materiału podczas. Zarodkowanie heterogeniczne na chłodzonej powierzchni i rozrost ziaren (ztryktura dendrytyczna). Dodatkowo może być rozpatrywano zarodkowanie homogeniczne. Model będzie opierał się o automaty komórkowe (CA). Głównymi składowymi modelu są wymiana i przepływ ciepła, przemiany stanu skupienia.

2. Opracowanie modelu opartego o automaty komórkowe do modelowania przemiany fazowej (ferrytycznej, perlitycznej, bainitycznej, martenzytycznej)

Model przemiany fazowej będzie rozpatrywał przemianę jako zarodkowanie i rozrost nowej fazy i będzie uwzględniał zmiany temperatury, stężenie pierwiastków, ruch granic faz. Model powinien opierać się o metody automatów komórkowych (CA).

3. Opracowanie modelu opartego o automaty komórkowe i modelowanie rekrytalizacji (statycznej, dynamicznej, metadynamicznej)

Model rekrytalizacji oparty jest na zarodkowaniu i rozroście nowych ziaren, może uwzględniać odkształcenie, zmiany temperatury, zdrowienie statyczne i dynamiczne i inne czynniki. Model powinien opierać się o metody automatów komórkowych (CA).

4. Opracowanie modelu opartego o automaty komórkowe i modelowanie rozdrobnienia struktury krystalicznej w procesach odkształcenia na zimno (w tym z silnym akumulowaniem odkształcenia i uzyskania struktury drobnosiarnistej)

Model rozdrobnienia będzie zbudowany jako model hierarchiczny zawierający „duży” 2D (lub 3D) CA oraz wiele „małych” 1D CA (kilka dla każdego ziarna). „Duży” CA służy do wizualizacji całego procesu rozdrobnienia, „małe” 1D CA do realizacji rozdrobnienia na poziomie jednego kryształu z uwzględnieniem tensora odkształcenia. Każdy 1D CA przedstawia jeden system poślizgu w kryształach.

Inne zagadnienia związane z automatami komórkowymi

5. Modelowanie zasypywania materiałów o strukturze dyskretniej (proszek, piasek itp.)

Model statyczny bez uwzględnienia sił. Wielokrotne dodawanie pojedynczej cząstki o kulistym, regularnym lub dowolnym kształcie do modelowego obszaru w sposób równomierny lub nierównomierny. Algorytm polega na poszukiwaniu po kolei pierwszego, drugiego i trzeciego punktu kontaktu, sprawdzenia warunku równowagi stałej. Model oparty o 2.5 CA. Przestrzeń jest trójwymiarowa z dyskretyzacją w poziomie (2D CA) i incydentalnym podziałem w pionie dla każdej komórki.

6. Opracowanie modelu rozpowszechniania zakażeń podczas epidemii (pandemii), symulacja i badanie wpływu różnych czynników przeciwepidemiologicznych

Zastosowanie sąsiedztwa bliskiego i dalekiego zasięgu (stałych i losowych), przedstawienie komórki jako komórki społecznej o różnej liczebności. Podział choroby na

różne stadia, zmiana warunków przekazu zakażenia w sposób losowy poprzez zmianę prawdopodobieństwa zakażenia i inne czynniki.

7. Badanie wpływu warunków środowiskowych na odbiór naturalny i zachowanie się organizmów

Opracowanie modelu poruszającego się organizmu („bugs”) z elementami ewolucyjnymi i badanie wpływu warunków środowiskowych na odbiór naturalny i zachowanie się organizmów. Narodziny, życie umieranie, jedzenie, poruszanie się. Mutacja przy narodzinach.

8. Opracowanie wykonywania operacji matematycznych za pomocą automatów komórkowych.

Jednoczesne sumowanie i odejmowanie wielu liczb, mnożenie, dzielenie.

Lattice Boltzmann Method (LBM) – Metoda kratowego równania Boltzmann (2D lub 3D) – Przepływy, dyfuzja, temperatura, przemiany

9. Model wymuszonej konwekcji gazu – modelowanie usuwania cząstek

Opracowanie modelu wymuszonej konwekcji pod wpływem różnego ciśnienia. Warianty typu "odkurzacz" oraz z dodatkowym nadmuchiowaniem. Modelowanie i dobór kształtu oraz warunków ciśnieniowych dla najlepszego usuwania cząstek.

10. Model konwekcji gazu oparty o metodę równania kratowego Boltzmann do modelowania zjawisk atmosferycznych.

Opracowanie modelu konwekcji naturalnej pod wpływem różnego stopnia nagrzewania powierzchni promieniami słonecznymi i wymuszonej poprzez wiatr.

11. Modelowanie płynięcia materiału ze swobodną powierzchnią za pomocą metody równania kratowego Boltzmann.

Opracowanie modelu płynięcia materiału pod wpływem sił grawitacji, napięcia powierzchniowego i zwilżania powierzchni.

12. Modelowanie parowania i/lub kondensacji kropeł wody za pomocą metody kratowego równania Boltzmann

Model będzie opierał się o stan równowagowy pomiędzy wodą i parą wodną. Odchylenie od stanu równowagowego, na przykład ze względu na zmianę temperatury, będzie powodowało parowanie lub kondensację. Poziom uproszczeń i uogólnień przyjętych w pracy będzie dopasowany do umiejętności studenta.

13. Opracowanie modelu opartego o metodę kratowego równania Boltzmann z elementami automatów komórkowych do modelowanie wydzieleń węglikoazotków w stali

Model będzie zawierał zarodkowanie wydzieleń węglikoazotków, ich rozrost i/lub rozpuszczenie. Na podstawie termofizycznej równowagi stężenia pierwiastków będzie wyznaczone warunki zarodkowania, rozrostu i rozpuszczania węglikoazotków. Do modelowania zarodkowania i zmiany wielkości wydzieleń będą zastosowane automaty komórkowe. Za pomocą metody kratowego równania Boltzmann będzie modelowana dyfuzja pierwiastków w przestrzeni modelowej.

14. Modelowanie krzepnięcia i/lub topnienia materiału.

Opracować model zmiany stanu skupienia – krzepnięcia materiału podczas chłodzenia i topnienia podczas nagrzewania. Model będzie opierał się o metodę równania kratowego Boltzmanna (LBM) z elementami automatów komórkowych (CA). Głównymi składowymi modelu są wymiana i przepływ ciepła, przemiany stanu skupienia.

15. Modelowanie za pomocą metody równania kratowego Boltzmanna rozrostu nanodrutów poprzez osadzenie materiału.

Opracować model rozrostu nanodrutów. Materiał w postaci lotnego związku jest absorbowany przez nano-krople i osadzany na podłożu. Składowymi modelu będą model natężenia powierzchniowego cieczy oraz wymiany masy w interfejsie gaz-ciecz i ciecz-ciało stałe.

16. Modelowanie powstania i rozrostu pęcherzyka pary wodnej podczas pęcherzykowego wrzenia wody.

Opracować model zmiany stanu skupienia – wrzenie materiału. Model będzie opierał się o metodę automatów komórkowych (CA) i/lub kratowego równania Boltzmanna (LBM). Na podstawie wyznaczenia równowagi między parą wodną i wodą będą określone warunki parowania wewnątrz pęcherzyka z uwzględnieniem temperatury. Składowymi mogą być model wymiany i przepływ ciepła, model przemiany stanu skupienia, model płynięcia materiału ciekłego. Poziom uproszczeń i uogólnień przyjętych w pracy będzie dopasowany do umiejętności studenta. Modelowane będzie powstanie pęcherzyka pary wodnej i jego rozrost.

Inne zagadnienia

17. Modelowanie zdarzenia cząstek o dowolnym kształcie z powierzchnią pod wpływem grawitacji.

Opracować model ruchu cząstki pod wpływem sił zewnętrznych. Zamodelować ruch cząstek pod wpływem grawitacji i zdarzenia z powierzchnią.

18. Modelowanie nagrzewanie za pomocą światła półprzezroczystego materiału

W pracy należy opracować model do obliczenia pochłanianej przez materiał energii światła z uwzględnieniem przejścia przez półprzezroczysty materiał z wykorzystaniem zasad renderingu i funkcji rozproszenia światła. Opracować program i przeprowadzić przykładowe obliczenia.

19. Opracowanie modelu i modelowanie ruchu samochodów bezzałogowych w warunkach miasta.

Opracowanie zasad bezkolizyjnego ruchu samochodów bezzałogowych. Opracowanie modelu i wizualizacja ruchu samochodów. Opracowanie wirtualnego modelu miasta i/lub rzeczywistego układu ulic (na przykład części Krakowa). Przedstawienie zalet zaproponowanego rozwiązania.

Uwaga: Niezbędna jest umiejętność programowania w dowolnym języku oraz przedstawienia wyników w sposób graficzny, wizualizacja wyników. Sposób programowania jest do wyboru: sekwencyjne (na CPU) lub równoległe na kartach graficznych (GPU). Zakres pracy oraz

temat może być dopasowany do zainteresowania studenta, stopnia jego zaangażowania i poziomu umiejętności.

Dane kontaktowe: Budynek B4, p. 4c

e-mail: svetlich@metal.agh.edu.pl