

Metody Monte Carlo w fizyce medycznej

18.10.2023 - zajęcia nr 3

Przypomnienie

Kod symulacji składa się z:

- Opisu geometrii
- Wyboru modelu fizycznego
- Określenia danych wyjściowych
- Zdefiniowania źródeł oraz warunków symulacji

Dzisiejsza symulacja

Symulacja dostępna na stronie:

<https://www.fuw.edu.pl/~atartas/MCwFM.html>

Geometria

W naszym pliku świat już został stworzony i teraz należy stworzyć coś w nim. Aby stworzyć obiektu należy użyć komend:

```
/gate/obiekt_matka/daughters/name nazwa_obiektu  
/gate/obiekt_matka/daughters/ insert kształt_obiektu  
/gate/nazwa_obiektu / . . .
```

Przykład dla pudełka wody stosowanego wcześniej:

```
/gate/world/daughters/name pudlo  
/gate/world/daughters/ insert box  
/gate/pudlo/ setMaterial Water  
/gate/pudlo/geometry/setXLength 18 cm  
/gate/pudlo/geometry/setYLength 18 cm  
/gate/pudlo/geometry/setZLength 18 cm
```

Geometria

Spróbujcie
zbudować kulę
o średnicy 5 cm
zbudowanej
z materiału
o nazwie
Biomimic.

Geometria

Spróbujcie
zbudować kulę
o średnicy 5 cm
zbudowanej
z materiału
o nazwie
Biomimic.

/gate/world/daughters/name	kula
/gate/world/daughters/insert	sphere
/gate/kula/setMaterial	Biomimic
/gate/kula/geometry/setRmin	0 cm
/gate/kula/geometry/setRmax	2.5 cm
/gate/kula/geometry/setDeltaPhi	2PI
/gate/kula/geometry/setDeltaTheta	2PI

Lista fizyczna

Wybierzcie listę
o nazwie
Shielding.

*Lista ta
uwzględnia
dodatkowo np.
rozpady
promieniotwórcze

`/gate/physics/addPhysicsList`

Shielding

Aktorzy

Są to narzędzia, które pozwalają na interakcję z symulacją. Potrafia zbierać informacje podczas symulacji, takie jak depozyt energii, liczba cząstek powstałych w danej objętości itp. Mogą również modyfikować zachowanie symulacji.

Aktorzy używają hooków w symulacji: run (początek/koniec), event(początek/koniec), track(początek/koniec), krok.

Aktorzy

Definiowanie aktorów według ogólnego wzoru

```
/gate/actor/addActor [Actor Type] [Actor Name]  
/gate/actor/[Actor Name]/attachTo [Volume Name]  
/gate/actor/[Actor Name]/save [File Name]  
/gate/actor/[Actor Name]/saveEveryNSeconds [N]  
/gate/actor/[Actor Name]/saveEveryNEvents [N]
```

Typy aktorów

- Simulation statistic
- Electromagnetic (EM) properties
- Dose measurement
- Kill track
- Stop on script
- Track length
- Energy spectrum
- Production and stopping particle position
- Secondary production
- Delta kinetic energy
- Number of particles entering volume
- Q-value
- CrossSectionProductionActor
- Biological Washout: WashOutActor
- Fluence Actor
- TLE and seTLE (Track Length Estimator)
- Fixed Forced Detection CT
- PromptGammaTLEActor
- LET Actor

Aktor

Dodajcie aktora
o nazwie

Track length

Aktor

Dodajcie aktora
o nazwie

Track length

```
/gate/actor/addActor      TrackLengthActor  MyActor  
/gate/actor/MyActor/save  output/MyOutputFile.root  
/gate/actor/MyActor/attachTo  kula  
/gate/actor/MyActor/setLmin    0 mm  
/gate/actor/MyActor/setLmax    1 mm  
/gate/actor/MyActor/setNumberOfBins  200
```

Inicjalizacja symulacji

Inicjalizacja uruchamia proces obliczania tablic przekrojów czynnych. Po inicjalizacji nie możemy już zmienić fizyki i dodawać nowych obiektów (ani zmieniać już istniejących). Po inicjalizacji zostaje tylko zdefiniowanie statystyk, które chcemy otrzymać i zdefiniowanie źródła cząstek.

Inicjalizacja symulacji

Aby
zainicjalizować
symulację
należy wpisać:

```
/gate/run/initialize
```

Źródło

Wcześniej korzystaliśmy z różnego typu wiązek, jak np.: elektrony, neutrony, protony etc. Dziś naszym źródłem będzie radioizotop. W GATE jest kilka typów źródeł, które różnią się zakresem działania, a przez to szybkością symulacji.

Źródło

Typy źródeł

Ion source - izotop promieniotwórczy np. ^{18}F

Particle source - obiekt, z którego emitowane są elektrony o energiach, jakie mogą uzyskać w konkretnym przypadku np. rozpadu ^{18}F .

backtoback - obiekt, z którego emitowane są fotony anihilacyjne (pod kątem 180 stopni i energii 511 keV każdy).

Fast124 - specjalna implementacja ^{124}I , gdzie emitowane są jedynie pozytony.

Źródło

Zdefiniujcie źródło ^{18}F , wpisując odpowiednie wartości do schematu.

* Ta metoda choć nie jest najszybsza to jest najbardziej uniwersalna.

```
/gate/source/addSource          F18 gps
/gate/source/F18/gps/particle   ion
/gate/source/F18/gps/ion        I_atomowa I_masowa
                                ładunek wzbudzenie
/gate/source/F18/gps/monoenergy  e_kinetyczna
/gate/source/F18/setForcedUnstableFlag  true
/gate/source/F18/useDefaultHalfLife
/gate/source/F18/setActivity      x Bq
/gate/source/F18/gps/pos/centre  x y z cm
```

Źródło

Zdefiniujcie źródło ^{18}F , wpisując odpowiednie wartości do schematu.

* Ta metoda choć nie jest najszybsza to jest najbardziej uniwersalna.

```
/gate/source/addSource          F18 gps
/gate/source/F18/gps/particle ion
/gate/source/F18/gps/ion        9 18 0 0
/gate/source/F18/gps/monoenergy 0 keV
/gate/source/F18/setForcedUnstableFlag true
/gate/source/F18/useDefaultHalfLife
/gate/source/F18/setActivity     1. Bq
/gate/source/F18/gps/pos/centre 0 0 0 cm
```

Ćwiczenia - Aktorzy

Zadaniem jest zmodyfikowanie symulacji oraz wykorzystanie zaproponowanego poniżej aktora.

Grupa 1 - Secondary production

Grupa 2 - CrossSectionProductionActor

Grupa 3 - Production and stopping particle position

Grupa 4 - Energy spectrum

Grupa 5 - Delta kinetic energy