

Grafika Komputerowa – systemy cząsteczkowe



dr inż. Andrzej Czajkowski
Instytut Sterowania i Systemów Informatycznych
Wydział Informatyki, Elektrotechniki i Automatyki

Plan Wykładu

- 1 Systemy cząsteczkowe – wprowadzenie
- 2 Systemy Cząsteczkowe w 3Dsmax
 - Klasyczne Systemy Cząsteczkowe
 - Zdarzeniowe Systemy Cząsteczkowe
- 3 Forces – siły wpływające na cząsteczki
- 4 Deflectors – wykrywanie kolizji (zderzeń)

Efekty cząsteczkowe

Efekty cząsteczkowe - symulacje złożonych zjawisk (takich jak opady śniegu, czy deszczu, dym, pył, płomień), w których podstawowym obiektem jest duża grupa wirtualnych cząsteczek, traktowanych jak obiekty punktowe. Cząsteczki mają zwykle ograniczony czas istnienia, podlegają interakcji z otoczeniem, tj. odbijają się od przeszkód, ulegają również wpływom sił zewnętrznych (np. grawitacji, czy sile wiatru).



Pierwsze użycie systemów cząsteczkowych, Star Trek II: The Wrath of Khan (1982, Genesis Effect):

<https://www.youtube.com/watch?v=zXFNvovMICc&feature=youtu.be>

Systemy cząsteczkowe - wady i zalety

Zalety:

- Zoptymalizowane obliczeniowo dla bardzo dużej ilości obiektów,
- Uproszczona kontrola nad cząsteczkami za pomocą parametrów bądź operatorów.

Wady:

- Brak manualnej kontroli nad wybraną cząsteczką (kształt, ruch czy tekstura).
- Uproszczony model kolizji

Systemy cząsteczkowe – podstawowe parametry

- emiter – obiekt emitujący cząsteczki (źródło), może to być ikona (obiekt typu helper o różnych kształtach) lub określony obiekt na scenie
- liczba – parametr określający liczbę cząsteczek, może być w formie absolutnej lub częstotliwości (rate)
- timing – grupa parametrów określających początek i koniec generowania cząsteczek oraz długość ich życia.
- kształt i rozmiar – reprezentacja graficzna cząsteczki
- prędkość – prędkość liniowa na początku istnienia cząsteczki
- rotacja – prędkość kątowna na początku istnienia cząsteczki

Większość parametrów może być zróżnicowana w sposób losowy.

Systemy Cząsteczkowe w 3Dsmax

Rodzaje systemów cząsteczkowych

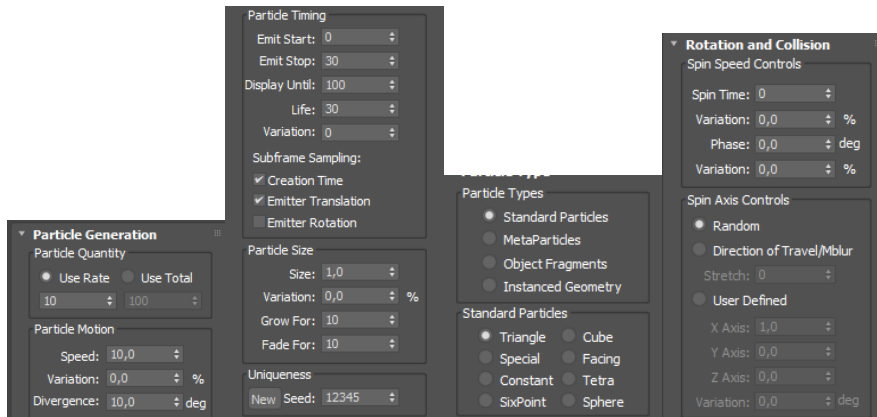
- Klasyczne systemy cząsteczkowe – pozwalają na tworzenie prostych efektów z wykorzystaniem cząsteczek w sposób bezpośredni. Pozwalają na utworzenie animacji prostych efektów takich jak śnieg, deszcze, kurz czy iskryo niezmiennym charakterze.
- Zdarzeniowe (Event-driven) systemy cząsteczkowe – jest to uniwersalne narzędzie do budowania zarówno prostych jak i bardzo złożonych systemów cząsteczkowych. Dzięki modelowi zdarzeniowemu, użytkownik ma znacznie większą kontrolą nad symulacją cząsteczek poprzez wykorzystanie konkretnych operatorów zgrupowanych w ramach danego zdarzenia. Podczas symulacji operatory są ewaluowane w kolejności ich występowania w zdarzeniu.

Klasyczne Systemy Częsteczkowe

Rodzaje systemów klasycznych:

- **Spray** – symuluje krople wody w takich zastosowaniach jak deszcz fontanna czy wąż ogrodowy.
- **Snow** – symuluje opadające płatki śniegu czy konfetti. System jest w funkcjonalności zbliżony do **Spray** ale pozwala dodatkowo na dodanie wirowań (tumbling) przydatnych przy symulacji śniegu.
- **Super Spray** – zaawansowany system emitujący wiązkę cząsteczek o różnej szerokości i rozpiętości.
- **Blizzard** – zaawansowany system emitujący cząsteczki z wykorzystaniem emitera o kształcie płaszczyzny.
- Use the **PCloud** (Particle Cloud) – zaawansowany system emitujący cząsteczki w określonym voluminie (przestrzeni). Przydatny do takich efektów jak chmury, stado ptaków czy wycinek przestrzeni kosmicznej z gwiazdami.
- **PArray** (Particle Array) zaawansowany system emitujący cząsteczki wykorzystujący dowolny obiekt jako emiter. Pozwala również na wykorzystanie fragmentów siatki emitera jako cząsteczek przy efektach eksplozowania.

Podstawowe parametry

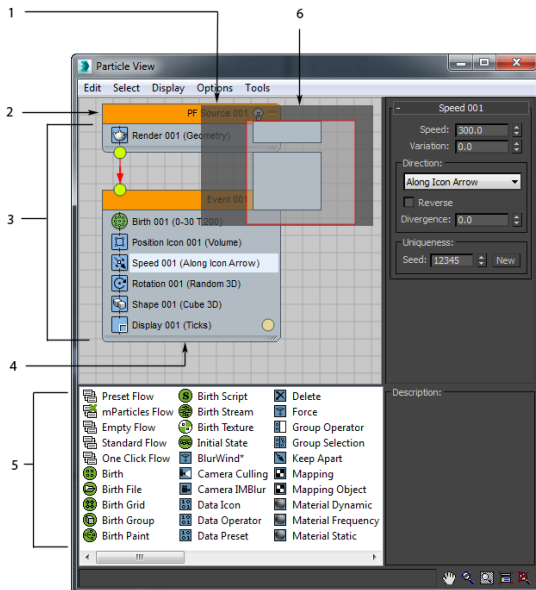


Zdarzeniowe Systemy Cząsteczkowe

Zdarzeniowe systemy cząsteczkowe pozwalają na budowanie rozbudowanych sytemów cząsteczek z wykorzystaniem narzędzia **Particle Flow**.

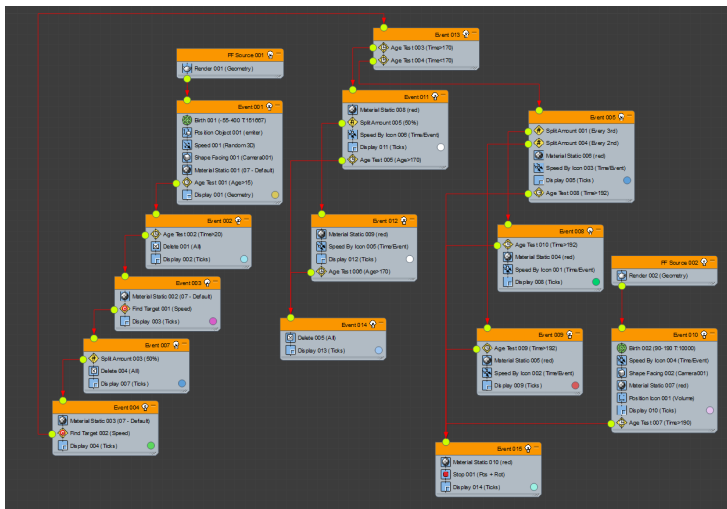
Cechy charakterystyczne systemu zdarzeniowego:

- Parametry (określone w operatorach) opisujące co aktualnie dzieję się z cząsteczką zgrupowane są w zdarzenia.
- Cząsteczki rodzą się w konkretnym zdarzeniu ale mogą również przemieszczać się pomiędzy nimi z wykorzystaniem operatorów testowych
- Każde zdarzenie może w całkowicie inny sposób określać ruch, kształt czy zachowanie cząsteczki
- Można wyróżnić trzy rodzaje zdarzeń: lokalne, globalne i tworzące.



- ① Event display
- ② Global event
- ③ Particle diagram
- ④ Birth event
- ⑤ Depot
- ⑥ Navigator

Przykładowy układ zdarzeń



Wynik działania:

<https://youtu.be/eyjTmMiRMxw>

Operatory cząsteczkowe

- Birth and Death
- Groups - grupowanie cząsteczek ze względu na określone warunki
- Transforms (particle position, rotation, scale, and angular velocity)
- Speed (particle speed, direction)
- Shape
- Materials and Mapping (Material Static Operator, Material Frequency operator, Material Dynamic operator)

Operatory czasteczkowe – testy

- Age Test
- Collision Test
- Collision Spawn Test
- Copy Out Test/Spawn test
- Find Target Test
- Go To Rotation Test
- Lock/Bond Test
- Send Out Test
- Speed Test
- Split Amount Test
- Stop Gradually Test

Wyświetlanie cząsteczek

Aby uzyskać realistyczne efekty przy wykorzystaniu systemów cząsteczkowych, należy wygenerować ich bardzo dużą ilość (czasami setki tysięcy lub nawet miliony). Analiza i dobieranie parametrów takiej ilości cząsteczek może być bardzo utrudniona ze względu na ograniczenia wykorzystywanej maszyny. Można zastosować dwa sposoby aby poradzić sobie z tym problem:

- ograniczenie ilości wyświetlanych cząsteczek w obszarze roboczym (viewport count, quantity), ilościowy lub procentowy parametr pozwalający na zroźnicowanie ilości cząsteczek na obszarze roboczym względem wartości podczas renderingu (render count)
- kształt cząsteczki – w celu optymalizacji działania systemu można w obszarze roboczym zamiast docelowego kształtu cząsteczki (mesh) wyświetlać ich uproszczoną reprezentację (ticks, dots).

Particle Flow- mParticles

mParticles jest dodatkowym narzędziem rozbudowującym funkcjonalność **Particle Flow** pozwalającym na utworzenie złożonych i realistycznych fizycznych symulacji cząsteczek. W tym celu cząsteczkom nadane są właściwości fizyczne takie jak masa czy gęstość i poprzez wbudowany silnik MassFX wykonane są obliczenia na takich cząsteczkach. Dzięki czemu możliwe jest uzyskanie wpływu sił fizycznych zarówno naturalnych jak i wymuszonych przez inne obiekty na przebieg symulacji. Możliwe jest uzyskanie połączeń pomiędzy cząsteczkami, przy odpowiednich warunkach odesparowanie tych cząsteczek od siebie czy efekty realistycznych kolizji pomiędzy cząsteczkami i obiektami.

Przykładowe wykorzystanie:

<https://youtu.be/LPPduyp6Co4?t=4230>

Forces - Manipulowanie cząsteczkami za pomocą sił zewnętrznych

Forces – rodzaj obiektów wpływający na zachowanie cząsteczek po ich utworzeniu poprzez utworzenia obszaru oddziaływania określonej siły. Obiekty tego typu są nierenderowalne (ze względu graficznego jest nieistotne gdzie na scenie się znajdują). Można je traktować jak dodatkowe modyfikatory oddziałujące na przestrzeń świata sceny (ang. world space).

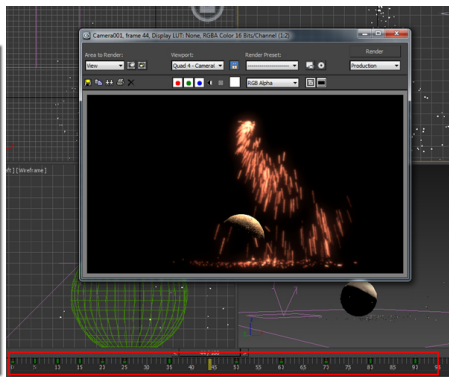
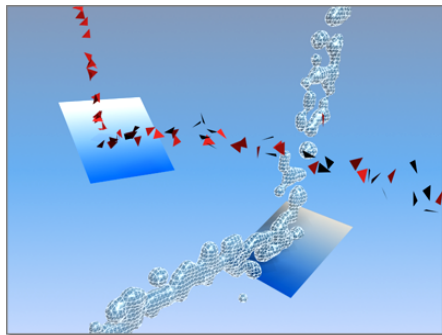
Wszystkie siły operują zarówno z systemami cząsteczek zdarzeniowymi (operator **force**) jak i klasycznymi poprzez zbindowanie z obiektem emitera.

Typy sił w 3Dsmax:

- **Push** – jednolita i jednokierunkowa siła
- **Motor** – siła wprawiająca cząsteczki w ruch obrotowy wokół gizmo siły.
- **Vortex** – siła formująca cząsteczki w kształt wiru
- **Drag** – tarcie, siła spowalniająca cząsteczki
- **PBomb** – siła działająca w formie impulsu rozrzucająca cząsteczki.
- **Path Follow** – siła wymuszająca ruch cząsteczek po określonej trajektorii (spline)
- **Gravity** – siła symulująca grawitację
- **Wind** – siła symulująca wiatr

Deflectors – wykrywanie kolizji (zderzeń)

Deflectors – rodzaj obiektów pozwalający na wykrywanie kolizji cząsteczek z nimi samymi lub z innymi obiektami w celu zmodyfikowania trajektorii ich ruchu.



Typy deflektorów:

- **SDeflector, SOmniFlect** Przestrzeń w formie sfery wykrywająca kolizję z cząsteczkami i zmieniająca ich trajektorię ruchu
- **UDeflector, UOmniFlect** Deflektor wykorzystujący dowolny obiekt w celu wykrycia kolizji z cząsteczkami i zmiany ich trajektorii ruchu
- **Deflector, POmniFlect** Przestrzeń w formie płaszczyzny wykrywająca kolizję z cząsteczkami i zmieniająca ich trajektorię ruchu

Binding to Space Warp

Aby przypisać siłę (force) lub deflektor do systemu cząsteczkowego należy wybrać opcje:

Main toolbar →  (Bind to Space Warp)

Następnie należy przeciągnąć linie pomiędzy wybranym systemem cząsteczkowym a obiektem z którym ma być on powiązany.

Po prawidłowym połączeniu można je potwierdzić w panelu modyfikacji systemu cząsteczkowego skąd można te połączenie również usunąć.