

Ćwiczenie P4

Instrukcja korzystania z danych i oprogramowania

A.F.Żarnecki, marzec 2023

Celem ćwiczenia P4 jest przeprowadzenie wizualnej identyfikacji przypadków rozpadu bozonu Z produkowanego rezonansowo w zderzeniach e^+e^- w środowisku programu Delphes Event Display, a następnie wyznaczenie stosunków rozpadu bozonu Z w poszczególnych kanałach, hadronowym, elektronowym, mionowym i taonowym, oraz porównanie wyników z dostępnymi wynikami literaturowymi.

Ćwiczenie można podzielić na 3 etapy:

- skanowanie przypadków próbek testowych, aby nauczyć się rozróżniać przypadki poszczególnych kategorii rozpadów i przypadki tła. Należy też zastanowić się nad efektywnością selekcji danego typu przypadków i prawdopodobieństwem ich błędnej klasyfikacji.
- skanowanie właściwej próbki przypadków przeznaczonej do analizy i zliczanie rozpadów Z w poszczególnych kategoriach. Należy przeskanować nie mniej niż 500 przypadków.
- wykorzystanie udostępnionych na WWW plików z wynikami rekonstrukcji do zaproponowania algorytmu 'automatycznie' klasyfikującego przypadki i ocena stosunków rozpadu bozonu Z na tej podstawie.

Oprogramowanie do przeglądania przypadków rozpadu bozonu Z, dostępne na komputerze pracowni, jest też dostępne w formie „kontenera”, do samodzielnego uruchomienia na własnym komputerze. Instrukcja uruchomienia kontenera w środowisku Docker znajduje się z załączniku.

Skanowani przypadków

1. Po uruchomieniu sesji na komputerze należy otworzyć okno terminala, a następnie wykonać w nim polecenie 'run_delphes':

```
$ run_delphes
```

2. W oknie terminala pojawi się lista próbek, która jest dostępna do wizualnego skanowania:

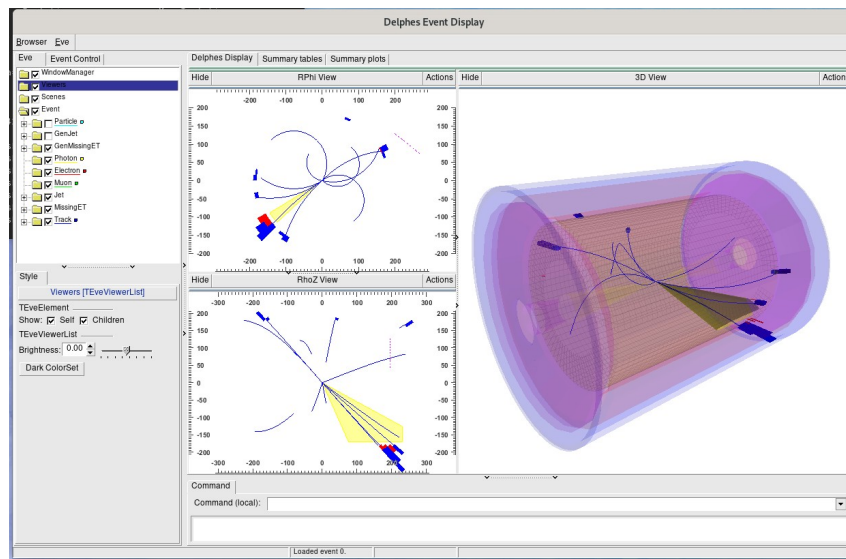
Available data samples:

- 1) Hadronic channel
 - 2) Electron channel
 - 3) Muon channel
 - 4) Tau channel
 - 5) Background sample
 - 6) Data sample for analysis
- 0) To quit

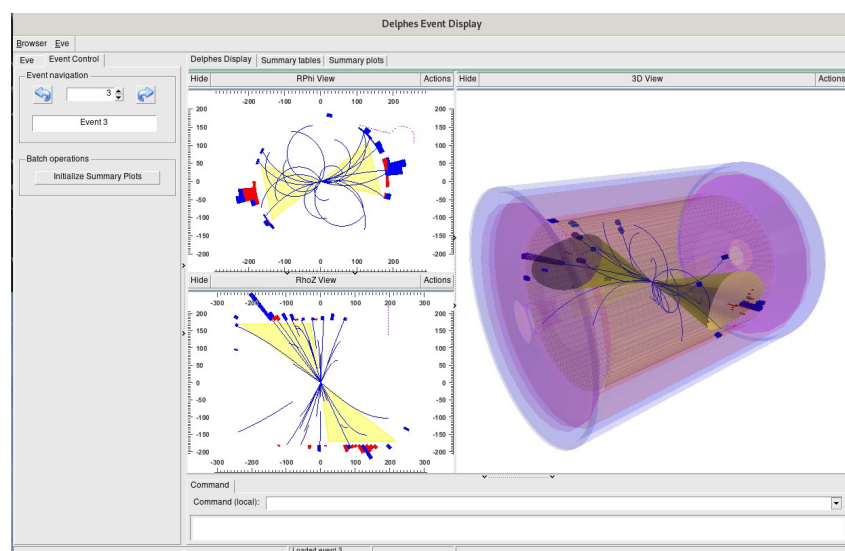
Selection:

Pierwsze pięć próbek to próbki, w których wiemy jaki proces obserwujemy. Są to cztery możliwe do rejestracji kanały rozpadu bozonu Z (próbki 1-4) oraz próbka tła (5), czyli procesów innych niż rozpady bozonu Z, głównie procesów zderzeń foton-foton. Przypadki tła nie powinny być brane pod uwagę przy klasyfikacji rozpadów bozonu Z. Ostatnia próbka (6) to właściwe dane wejściowe do analizy, przypadki na podstawie których należy wyznaczyć stosunki rozpadu bozonu Z. W każdej z próbek 1-6 zapisano 10 000 przypadków.

3. Po wybraniu numeru próbki powinno otworzyć się okno graficzne programu Delphes Event Display, jak na rysunku poniżej. Okienko można powiększyć do pełnego pulpitu dwukrotnie klikając na górny pasek.

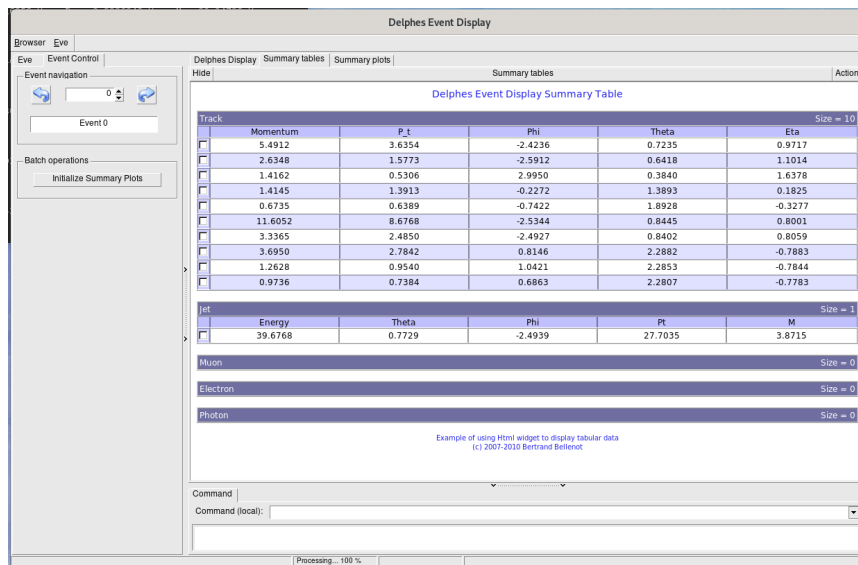


4. W zakładce 'Event control' (na górze po lewej stronie) można używać strzałek, żeby przeglądać kolejne przypadki, lub wpisać numer przypadku



Rozmiary poszczególnych okienek można dostosować do swoich potrzeb przesuwając ich granice. Można przybliżać i oddalać przy pomocy kółka myszki, w przypadku '3D view' (po prawej stronie) można też obracać widok klikając myszką i ją przesuwając (trzymając przycisk wciśnięty).

5. Do przeglądania przypadków służy zakładka 'Delphes Display', ale można też sięgnąć do bardziej szczegółowych informacji liczbowych w zakładce 'Summary tables' (na górze). W zakładce tej pokazywane są tablice zrekonstruowanych w przypadku torów cząstek, jetów, elektronów, mionów i fotonów.



Delphes Event Display Summary Table

Track	Momentum	P _t	Phi	Theta	Eta
	5.4912	3.6354	-2.4236	0.7235	0.9717
	2.6348	1.5773	-2.5912	0.6418	1.1014
	1.4162	0.5306	2.9950	0.3840	1.6378
	1.4145	1.3913	-0.2272	1.3893	0.1825
	0.6735	0.6389	-0.7422	1.8928	-0.3277
	11.6052	8.6768	-2.5344	0.8445	0.8001
	3.3365	2.4850	-2.4927	0.8402	0.8059
	3.6950	2.7842	0.8146	2.2892	-0.7883
	1.2628	0.9540	1.0421	2.2853	-0.7844
	0.9736	0.7384	0.6863	2.2807	-0.7783

Jet	Energy	Theta	Phi	Pt	M
	39.6768	0.7729	-2.4939	27.7035	3.8715

Muon	Size
	0

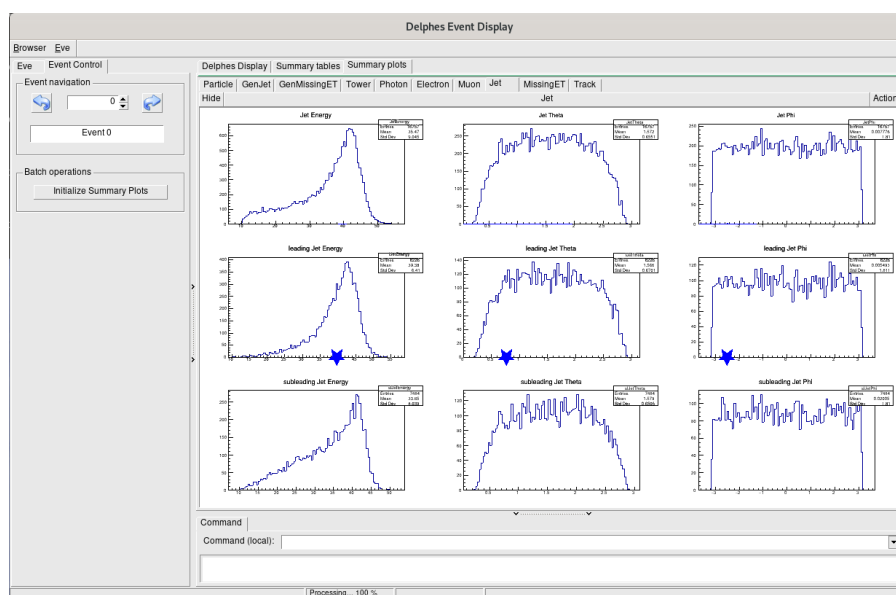
Electron	Size
	0

Photon	Size
	0

Example of using HTML widget to display tabular data
(c) 2007-2010 Bertrand Bellot

Informacje o jetach, elektronach i mionach w poszczególnych przypadkach, a także o całkowitej zrekonstruowanej w detektorze energii i pędzie jest także dostępna w dedykowanych plikach do analizy (patrz poniżej).

6. Zakładka 'Summary plots' umożliwia obejrzenie rozkładów różnych wielkości opisujących rekonstruowane obiekty i porównanie z nimi wartości aktualnie analizowanego przypadku. Aby zobaczyć rozkłady trzeba najpierw wybrać opcję 'Initialize Summary Plots' w panelu po lewej stronie (powoduje to wczytanie wszystkich przypadków z pliku, co może chwilę zająć). Obecny przypadek pokazywany jest jako gwiazdka na osi X rozkładów. Uwaga: nie wszystkie rozkłady są wypełniane. Rozkłady niektórych wielkości zostały celowo wyłączone.



7. Przeglądanie danej próbki kończymy wybierając opcję 'Quit Root' w menu 'Browser'. Następuje powrót do menu wyboru próbek.

Wyniki rekonstrukcji

Wyniki rekonstrukcji dostępne są na stronie:

<http://hep.fuw.edu.pl/u/zarnecki/P4/export/>

Dla każdej z próbek dostępny jest plik zapisany w formacie programu root i plik tekstowy. Oprócz ogólnych informacji o przypadku zapisane są też informacje o trzech zrekonstruowanych obiektach o najwyższym pędzie poprzecznym. Identyfikowane na tym poziomie obiekty to elektrony ($ID=1$), miony ($ID=2$) i jety ($ID=3$). Każda linijka w pliku tekstowym odpowiada jednemu zarejestrowanemu przypadkowi. Kolejno w linijce zapisane są:

- nEvt – numer przypadku (liczony od 0 do 9999);
- Total.Px, Total.Py, Total.Pz, Total.E, Total.M – całkowity zrekonstruowany czteropęd i masa niezmiennicza wszystkich cząstek zmierzonych w detektorze;
- nElectron, nMuon, nJet – liczba elektronów, mionów i jetów zrekonstruowanych w przypadku;
- ID1, P1.Px, P1.Py, P1.Pz, P1.E, P1.M – kategoria, czteropęd i masa niezmiennicza pierwszego zrekonstruowanego obiektu (o najwyższym pędzie poprzecznym);
- ID2, P2.Px, P2.Py, P2.Pz, P2.E, P2.M – kategoria, czteropęd i masa niezmiennicza drugiego zrekonstruowanego obiektu;
- ID3, P3.Px, P3.Py, P3.Pz, P3.E, P3.M – kategoria, czteropęd i masa niezmiennicza trzeciego zrekonstruowanego obiektu.

Jeśli w przypadku zrekonstruowane jest mniej niż 3 obiekty, odpowiednie pola wypełnione są zerami. Jeśli w przypadku zrekonstruowane były więcej niż trzy obiekty (co zdarza się sporadycznie), zapisane zostały trzy obiekty o najwyższym pędzie poprzecznym.

Pliki w formacie root zawierają dokładnie te same informacje, tyle, że czteropędy (Total, P1, P2 i P3) są zapisane jako obiekty klasy T LorentzVector (składowe pędu, energia i masa są funkcjami tej klasy).

Praca zdalna w środowisku Docker

1. W pierwszej kolejności konieczna jest instalacja oprogramowania Docker na komputerze lokalnym. Informacje jak uruchomić usługę Docker pod linuxem (preferowany), pod windows (preferowane Win10) i mac są dostępne na stronach:

<https://docs.docker.com/desktop/install/linux-install/>

<https://docs.docker.com/desktop/install/windows-install/>

<https://docs.docker.com/desktop/install/mac-install/>

Istnieją też inne środowiska umożliwiające uruchamianie kontenerów (np. Singularity).

2. Oprogramowanie służące do wykonania ćwiczenia (jego pierwszej części: przeglądania danych) zostało zainstalowane w kontenerze środowiska Docker. Obraz dostępny jest na publicznym serwerze:

<https://hub.docker.com/r/zarnecki/p4>

Można go ściągnąć wykonując komendę:

```
$ docker pull zarnecki/p4
```

choć nie jest to konieczne. Obraz zostanie ściągnięty przy pierwszym uruchomieniu.

3. Ponieważ oprogramowanie otwiera okna graficzne, uruchomienie kontenera wymaga ustawienia dodatkowych opcji pozwalających na dostęp do środowiska graficznego. Opcje te mogą się zmieniać w zależności od systemu operacyjnego – w przypadku problemów można poszukać wskazówek w internecie. Kilka dodatkowych wskazówek podanych jest poniżej.

Linux

W środowisku Fedora linux (sesja gnomeX11) odpowiednia komenda uruchamiająca kontener z pełną obsługą grafiki to:

```
$ docker run --rm -ti -e DISPLAY=$DISPLAY -v /tmp/.X11-unix:/tmp/.X11-unix:ro \
--device /dev/dri:/dev/dri zarnecki/p4
```

Przy pierwszym uruchomieniu może być konieczne wykonanie wcześniej komendy:

```
$ xhost +
```

która umożliwia chodzącej „zdalnie” aplikacji otwarcie okienka.

Windows

Poniższe sugestie oparte są na poradniku dostępnym na stronie:

<https://cuneyt.aliustaoglu.biz/en/running-gui-applications-in-docker-on-windows-linux-mac-hosts/>

Sugerowane kroki:

1. Zainstalować program Docker Desktop (wg instrukcji w linku powyżej) i uruchomić.
2. Otworzyć terminal CMD i ściągnąć obraz kontenera za pomocą komendy
`docker build zarnecki/p4`

W okienku 'images' w aplikacji Docker Desktop powinniśmy zobaczyć ściągnięty obraz.

3. Ściągnąć program służący do emulacji programów okienkowych ze strony:

<https://sourceforge.net/projects/vcxsrv/>

Po instalacji na pulpicie powinien pojawić się skrót 'XLaunch'. Należy go uruchomić i wybrać większość ustawień domyślnych za wyjątkiem jednego o nazwie 'Disable access control' - ustawienie powinno być zaznaczone, by docker mógł korzystać z ekranu komputera. Po zakończeniu ustawień początkowych program powinien działać w tle.

4. Teraz należy użyć w terminalu komendy
`docker run --rm -it -e DISPLAY=XXX.XXX.XXX.XXX:0.0 zarnecki/p4`
gdzie w miejsce XXX.XXX.XXX.XXX należy wpisać nr IP komputera (np. 192.168.1.73).