

VSE knjižnice (vzajemna bibliografsko-kataložna baza podatkov COBIB.SI)

Osnovni podatki

Podrobni podatki

**Interaktivno orodje za javno analizo podatkov Belle II [Elektronski vir]**
Pestotnik, Rok

Vrsta gradiva - elaborat, študija

Založništvo in izdelava - 2019

Jezik - slovenski

COBISS.SI-ID - 32121127

Zaloga po knjižnicah

* Nobena knjižnica v sistemu COBISS.SI nima izvoda tega gradiva.

Interaktivno orodje za javno analizo podatkov Belle II

Rok Pestotnik

Ljubljana, Februar 2019



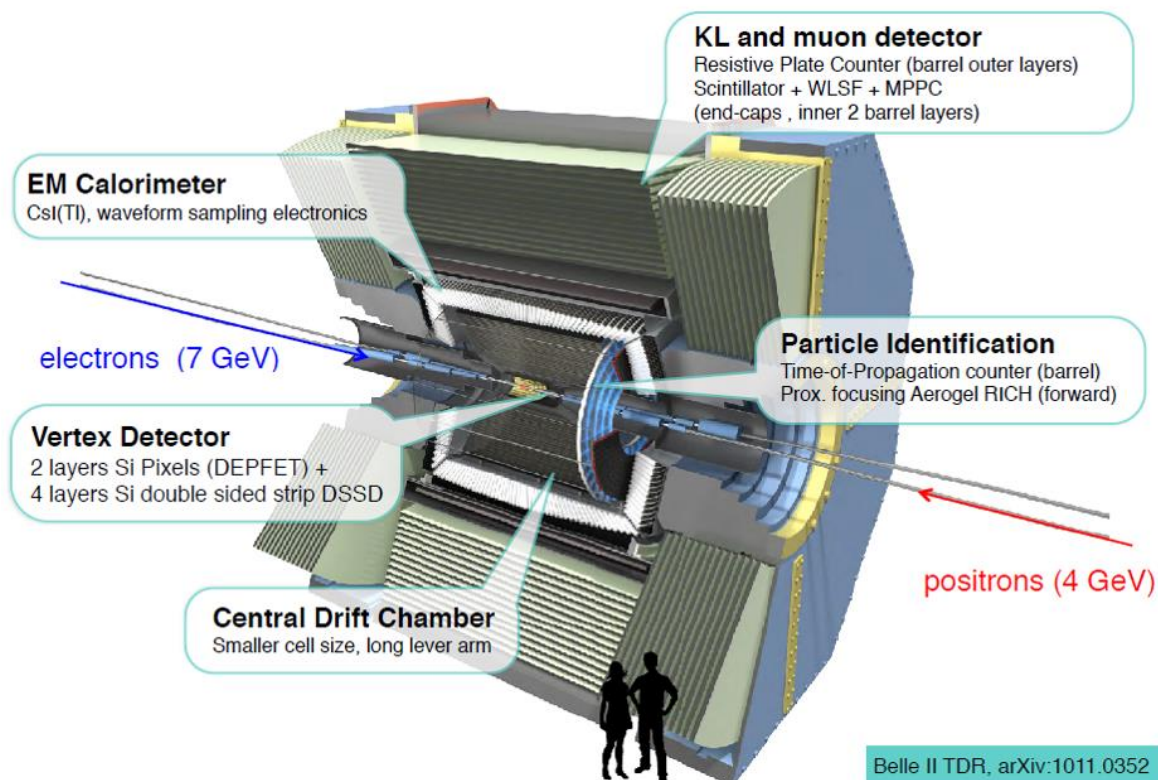
Odsek za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev

Povzetek

Več vzorcev podatkov iz eksperimenta Belle II bo javnosti na voljo kot del aktivnosti raziskovalne skupine Belle II za ozaveščanje javnosti. Orodje Belle2Lab je zasnovano kot interaktivni grafični uporabniški vmesnik za rekonstruirane delce, ki uporabnikom ponuja osnovna orodja za izbor delcev. Temelji na grafičnem generatorju kode Blockly JavaScript in se lahko izvaja v brskalniku, ki podpira standard HTML5. Omogoča opis različnih razpadov delcev z izbiro in združevanjem delcev iz podatkovne datoteke. Vsebuje enostavna orodja za histogramiranje in prikaz rezultatov z uporabo knjižnice JSROOT. Med analizo ima uporabnik možnost, da za izbrane spremenljivke uveljavi različne reze. Psevdokodo, ki jo generira uporabniški vmesnik, vmesnik pošlje izvršilnemu strežniku, ki vrne histograme, ki jim je mogoče tudi interaktivno prilagajati različne modelske funkcije. Belle2Lab je dostopen na dva načina: gostuje lahko na javnem spletnem strežniku ali kot del virtualne naprave, ki je sestavljena iz operacijskega sistema Ubuntu 16.04 LTS, vzorca podatkov, okvira analize in zasebnega spletnega strežnika. Javni spletni strežnik je primeren za posamezne dostope, medtem ko je virtualna naprava prilagojena uporabi na delavnicah z večjim številom udeležencev.

Kazalo

Uvod	3
Zasnova aplikacije BelleII Lab	4
Izvajanje	4
Opis razpada	5
Izvajanje analize	6
Uporaba Belle2Lab	7
Zaključek	9
Bibliografija	10



Slika 1: Spektrometer Belle II zaznava delce okoli interakcijske točke pospeševalnika SuperKEKB.

Poskus Belle II (<http://belle2.jp>) je namenjen proučevanju redkih razpadov mezonov B in D ter leptonov τ , ki nastanejo pri trkih $e^+ e^-$ v trkalniku SuperKEKB [1,2]. Z zajemom 50-krat večjega vzorca podatkov, kot ga je zajel njegov predhodnik Belle [3], bo eksperiment omogočil merjenje odstopanj od Standardnega modela osnovnih delcev. Podatke o razpadu zabeležimo z detektorjem Belle II, ki obkroža točko interakcije (slika 1). Pridobljene podatke obdelujemo z veliko številom simulacijskih, rekonstrukcijskih in vizualizacijskih modulov, zbranih v okviru programa za analizo Belle II - BASF2 [4]. Izbor modulov, njihova konfiguracija in vrstni red izvedbe je določen prek vmesnika Python.

V okviru dejavnosti za ozaveščanje javnosti bo javnosti na voljo več rekonstruiranih vzorcev podatkov. Čeprav je okvir za analizo uporabniku prijazen, še vedno zahteva, da je uporabnik seznanjen s programskim jezikom Python. Vsaka skladenjska napaka v skriptu upočasni in ustavi analizo ter zahteva razhroščevanje kode. Nevešči uporabniki so zato zelo hitro demotivirani, saj je njihova pozornost preusmerjena stran s fizike analiziranega procesa. Zato mora biti vmesnik za javno uporabo preprost, vendar mora še vedno imeti možnost konfiguracije, da uporabnika vključi v delo. Na primer, povezovanje podatkov s preprostim spletnim obrazcem ne omogoča vključitve uporabnika v analizni proces. Da bi zmanjšali vrzel zaradi manjkajočih veščin programiranja, smo ustvarili predstavitevno in izobraževalno aplikacijo BelleII Lab, namenjeno srednješolskim in dodiplomskim študentom.

Zasnova aplikacije BelleII Lab

Namen aplikacije je predstaviti raziskovalne metode, ki jih uporabljamo, in prikazati, kako se fizikalna analiza opravi, z uporabo nekaj primerov spektroskopije. Belle2Lab ponuja učencem odkrivanje novih delcev z združevanjem že rekonstruiranih. Raziskovalna skupina Belle II je zagotovila dovolj podatkov za odkrivanje najpogostejših delcev, vendar ne vsebuje redkih procesov. Aplikacija je uporabniku prijazna, saj uporablja grafični uporabniški vmesnik, v katerem uporabnik interaktivno izbere in poveže gradnike za nadzor analize in opis fizikalnih procesov.

Aplikacija je razdeljena na dva dela. Opisni del z grafičnim uporabniškim vmesnikom se izvaja v brskalniku, ki podpira HTML5 (spletni odjemalec), ki komunicira z izvedbenim delom (spletni strežnik), kjer se izvaja analiza. Na koncu izvedbe se rezultati, histogrami različnih lastnosti delcev v razpadu, pošljejo nazaj odjemalcu. Z ločitvijo opisa razpada in izvajanja analize lahko aplikacijo uporabljamo v dveh konfiguracijah: bodisi v enem samem spletnem strežniku bodisi s spletnim strežnikom in odjemalcem, ki jih lahko distribuira skupaj s podatki v eni sami virtualni napravi.

Izvajanje

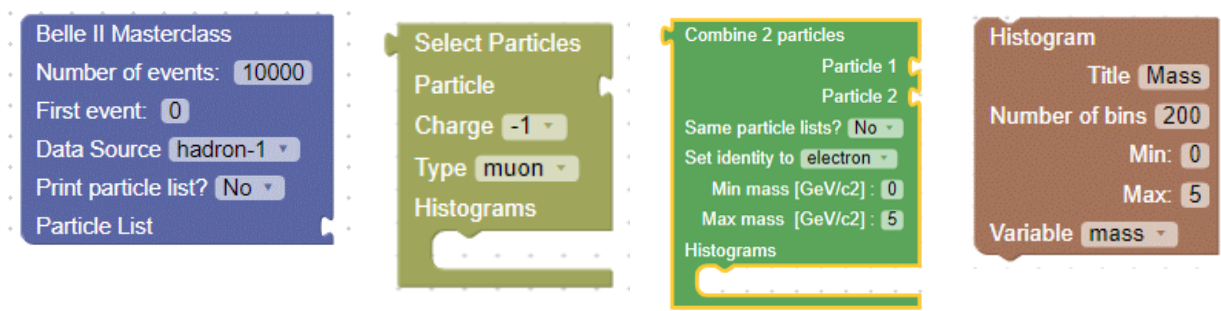
Belle2Lab temelji na blokovno generiranem grafičnem vmesniku Blockly JavaScript [5], ki ga je navdihnil MIT Scratch [6]. Privzeti uporabniški vmesnik sistema BelleII Lab je sestavljen iz nekaj osnovnih blokov in delovnega površine, kamor jih uporabnik povleče in kasneje preureja. Delovna površina vključuje ikone za povečavo in koš za brisanje za brisanje blokov. Uporabniki lahko ustvarijo zaporedja blokov in jih povežejo tako, da blokovni izhod priključijo na vhod drugega bloka. Vrste povezav je mogoče omejiti, tako da lahko v vhodne vtičnice priključite samo določene vrste izhodnih priključkov.

```
{
  "analysis": {
    "neve": "50000",
    "first": "0",
    "print": "0",
    "vir podatkov": "2",
    "List": {
      "combiner": {
        "list1": {
          "selektor": {
            "list1": "",
            "zaračuna": "- 1",
            "Pid": "PION",
            "histogram": {
              "h1d": {
                "varname": "GetMass",
                "name": "pionska masa",
                "Nbins": "100",
                "min": "0",
                "max": "1"
              }
            }
          },
          "list2": {
            "selektor": {
              "list1": "",
              "Dajatev": "1",
              "pid": "PION",
              "histogram": ""
            },
            "isti delci": "0",
            "Pid": "KAON",
            "m0": "0",
            "m1": "1",
            "histogram": {
              "h1d": {
                "varname": "GetMass",
                "Name": "pipi Mass; GeV / c; N",
                "nbins": "400",
                "min": "0",
                "max": "1"
              }
            }
          }
        }
      }
    }
  }
}
```

Slika 2: Primer niza JSON, ki ga je ustvarila aplikacija.

Odjemalec, ki se izvaja v brskalniku, ki podpira HTML5, ustvari niz JSON, ki opisuje razpad (slika 2). Niz je poslan preko HTTP zahteve izvršilnemu strežniku Apache HTTP, kjer je pretvorjen v skripto ROOT [7], ki ga kasneje izvede ROOT. Program pripravi histograme, odpre podatkovno datoteko ROOT s seznamom delcev TTree, izvede zanko po dogodkih, združi delce in napolni histograme. Histogrami se na koncu izvajanja pretvorijo v niz JSON in se vrnejo nazaj na spletni odjemalec, kjer jih prikaže knjižnica JSROOT JavaScript [8].

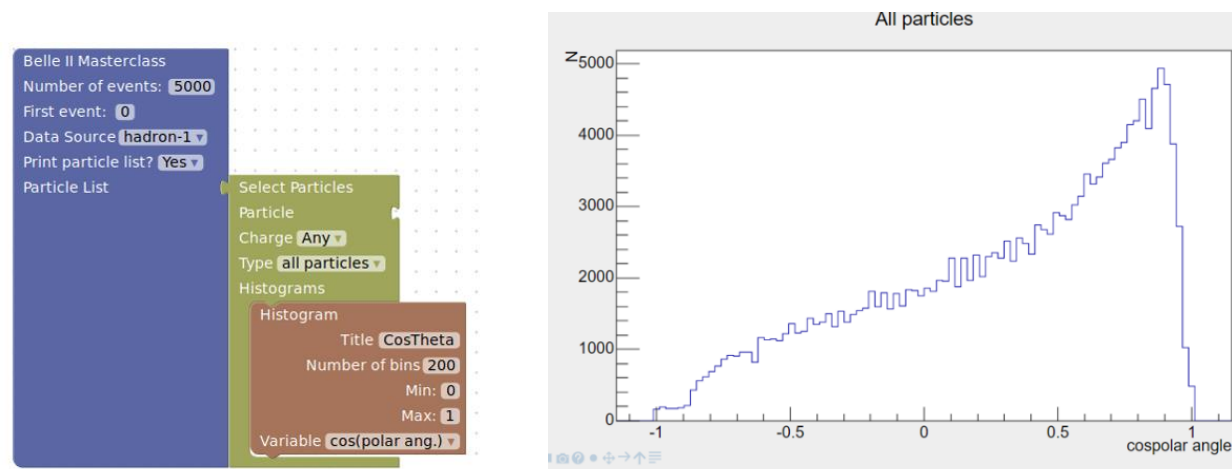
Opis razpada



Slika 3: Osnovni gradniki aplikacije.

V orodjarni so štiri vrste blokov, ki jih lahko uporabimo za opis razpada (slika 3): glavni blok za krmiljenje zanke po dogodkih, blok za izbiro delcev, blok za združevanje delcev in blok za histogramiranje.

Glavni blok Belle II MasterClass omogoča, da izberete vir podatkov, nastavite številko začetnega dogodka ter nastavitev tiskanja seznama delcev. V začetni fazi delovanja Belle II sta na voljo dva niza podatkov s spektrometra Belle [3] s skupaj okoli 6 mio. razpadi delcev. Z izbiro zastavice za seznam delcev lahko dobite seznam delcev, gibalno količino, energijo in identiteto v prvih 100 dogodkih (slika 4).



N	px(GeV/c)	py(GeV/c)	pz(GeV/c)	p(GeV/c)	Energy(GeV)	Charge	ID
1	-0.99205	0.255215	-0.298016	1.06682	1.06682	-1	electron
2	0.379417	0.416063	0.292391	0.634475	0.634475	-1	electron
3	0.448819	0.279332	0.857395	1.00727	1.01689	1	pion
4	-0.381274	0.317797	0.666425	0.830956	0.842596	-1	pion
5	-0.404262	0.0618774	0.419536	0.58589	0.602285	-1	pion
6	0.0363708	-0.337713	0.696636	0.775032	0.787499	1	pion
7	-0.125205	0.251112	0.201202	0.345276	0.372418	-1	pion
8	0.111522	0.10243	0.139017	0.205559	0.248464	1	pion
9	0.0599534	0.0198644	0.0726116	0.0962364	0.169532	-1	pion
10	-0.0335806	0.0421883	0.0666954	0.0857659	0.163816	1	pion
11	0.180846	-0.00941455	0.265317	0.321227	0.321227	0	photon
12	0.354789	0.0498766	0.227253	0.424272	0.424272	0	photon
13	0.393443	-0.310244	0.28901	0.578425	0.578425	0	photon
14	0.254512	-0.0893971	0.113315	0.29259	0.29259	0	photon
15	0.152624	-0.0325375	0.296991	0.335494	0.361627	0	pion
16	0.650451	-0.401558	0.403939	0.864582	0.875054	0	pion

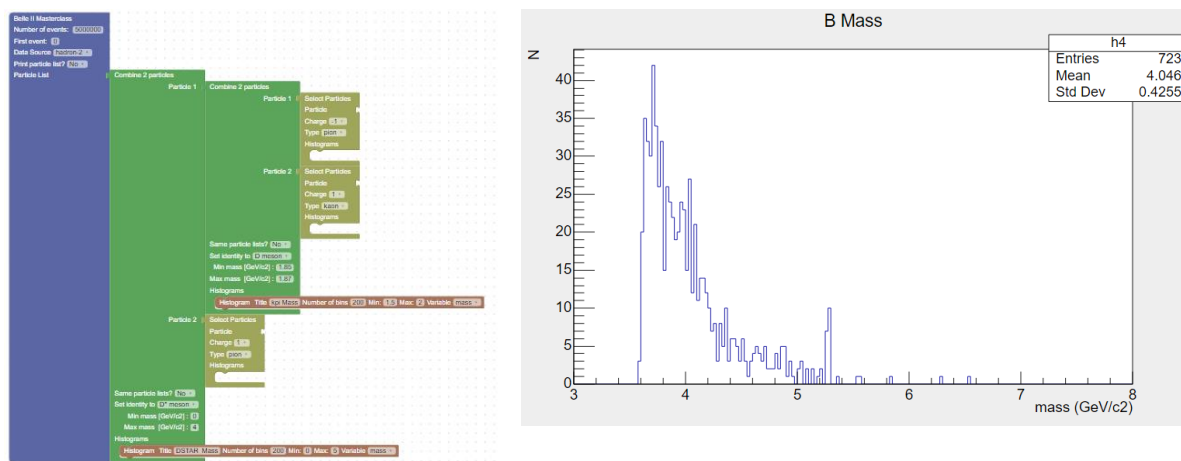
Slika 4: Preprost postopek za raziskovanje porazdelitev delcev: opis procesa (zgoraj levo), dobljeni histogram (zgoraj desno) in seznam delcev (spodaj)

Blok za izbor delcev omogoča izdelavo seznama delcev z izbiro tipa naboja in delcev. Ima dva vhoda: seznam vhodnih delcev, ki je lahko seznam delcev, shranjen v podatkovni datoteki ali kateri koli drug seznam, ustvarjen med analizo, in drug vhod histogram, kjer je mogoče dodati histograme.

Izvajanje analize

Belle II Masterclass: Describe process → Run analysis → Fit results → Save/load process locally

Slika 5: Primer razpada do dveh delcev.



Slika 6: Primer razpadanja na tri delce.

V najenostavnejšem primeru lahko iteriramo skozi seznam delcev in narišemo porazdelitve različnih delcev in natisnemo seznam delcev (slika 4). Ta korak je zelo pomemben z izobraževalnega vidika, saj omogoča spremljanje kombiniranega procesa in prikaz lastnosti rekonstruiranih delcev na seznamu.

Dvo-delčne razpade lahko opišemo z vključitvijo združevalca delcev (slika 5). Na primeru je prikazan razpad nevtralnega piona π^0 na dva gama žarka. Na vrnjeni histogram lahko interaktivno prilagodimo uporabniško definirano modelsko funkcijo.

Z združevanjem treh delcev lahko preučujemo bolj zapletene razpade, na primer razpad B^+ na J/ψ K^+ , ki mu sledi upad J/ψ na $\mu^+ \mu^-$ (slika 6). Na ta način lahko rekonstruiramo različne razpade delcev. Vzorec podatkov vsebuje dovolj podatkov za rekonstrukcijo delcev π^0 , K_s , ϕ , J/ψ , D^0 , $D^\pm$ in $B^\pm$.

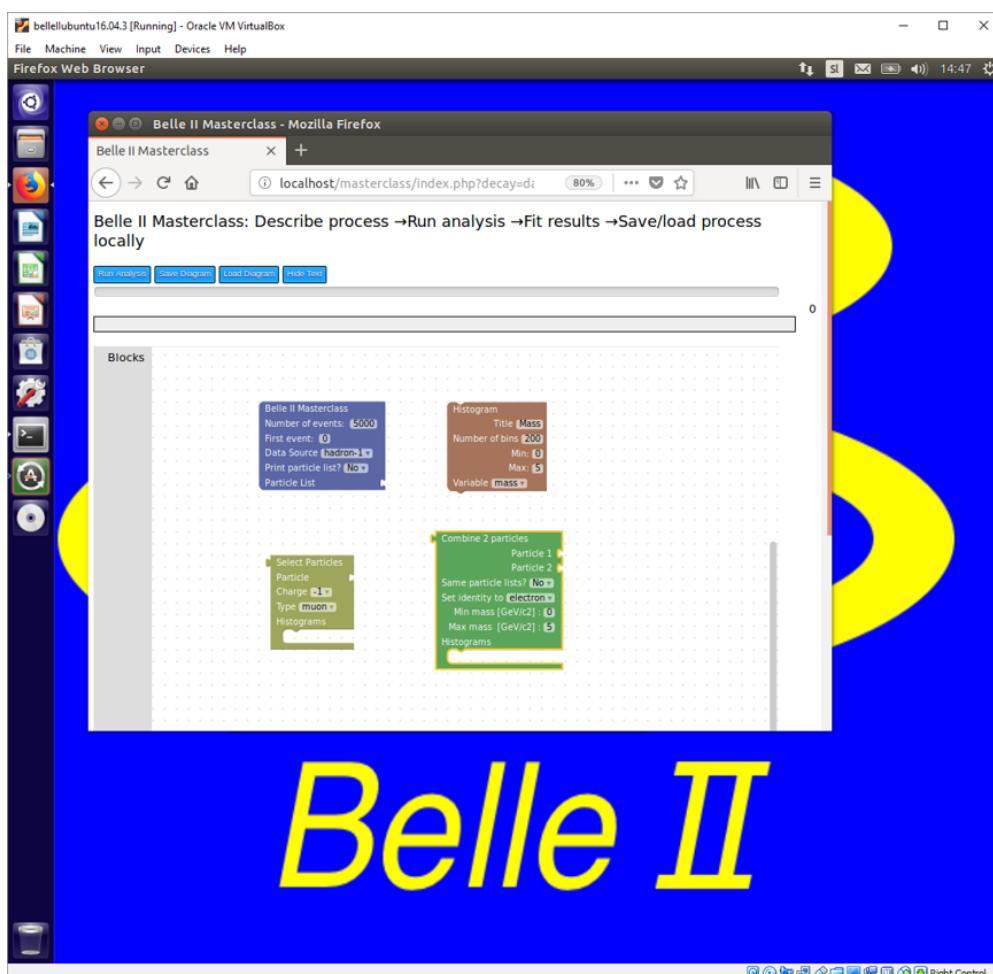
Uporaba Belle2Lab

Belle2Lab je dostopen na dva načina: gostuje lahko na javnem spletnem strežniku (dostopen na naslovu <http://belle2.ijs.si/public>) ali kot del virtualne naprave VirtualBox [9], ki je sestavljena iz operacijskega sistema Ubuntu 16.04 LTS, vzorca podatkov, okvira analize in zasebnega spletnega strežnika (slika 7). Prvi način je uporaben za enostaven dostop, medtem ko je slednji bolj primeren za uporabo na delavnicah.

Aplikacijo bomo uporabljali kot del izobraževalne spletne strani z uvodom v fiziko Belle II. Oblikovali bomo seznam vaj, ki jih mora uporabnik opraviti. Na primer, uporabnik bo dobil tabelo produktov razpadov (slika 8). Njegova naloga bo najti starševski delec in najti njegove lastnosti ter izpolniti manjkajoče informacije v tabeli.



≡ Menu



Slika 7: Internetna različica programa BelleII Lab z uvodom (zgoraj) in navidezno napravo (spodaj).

Combine The following particles	Mass (GeV/c ²)	Number of events	Number of particles - combination s	Probability	Width of the particle (GeV)	Your
$\Upsilon \Upsilon$						
$\pi^+ \pi^-$						
$K^+ K^-$						
$e^+ e^-$						
$\mu^+ \mu^-$						
$K^+ \pi^-$						
$K^- \pi^+$						
$D^0 \pi^+$						
$D^0 \pi^-$						
$J/\psi K^+$						
$J/\psi K^-$						

Slika 8: Delovni list BelleII Lab s predlaganimi kombinacijami delcev in prostorom za rezultate.

Zaključek

Aplikacija Belle2Lab uporabnikom ponuja osnovna orodja za izbor delcev. Omogoča opis različnih razpadov delcev z izbiro in združevanjem delcev iz podatkovne datoteke, enostavnim histogramiranjem in prikazom rezultatov z uporabo knjižnice JSROOT.

Aplikacija Belle2Lab uporabniku omogoča enostavno in intuitivno orodje za opis procesov fizikalnih razpadov in analizo javno dostopnega vzorca podatkov Belle II.

Z risanjem invariantne mase kombinacije delcev lahko odkrijemo "nove" delce kot v vrhove v porazdelitvi. Nastalim histogramom, prikazanim v spletnem brskalniku, lahko interaktivno prilagodimo uporabniško določeno funkcijo. Orodje je dostopno na internetu. Zaradi omejitev obdelave na posameznem strežniku smo pripravili virtualna napravo, ki jo je mogoče namestiti na več računalnikov in uporabiti na delavnici. Rezultate nalog (npr. Identiteta delcev, širina in položaj vrha) lahko učenci primerjajo med sabo ali med različnimi skupinami, ki sodelujejo pri dogodku analize več mest.

Na podlagi izkušenj z uporabo aplikacije v več poletnih šolah, nameravamo uporabiti aplikacijo BelleII Lab kot del Belle II prispevka na dogodkih International MasterClasses [10].

Bibliografija

- [1] T.Abe et al., Belle II Technical design report, arXiv:1011.0352 [physics.ins-det]
- [2] Belle II experiment www.belle2.org , zajeto 1 December 2018.
- [3] A. Abashian et al., Belle experiment, Nucl. Inst. and Meth. in Phys. Res. A 479 (2002) 117–232
- [4] T. Kuhr et al., Comput Softw Big Sci (2019) 3, <https://doi.org/10.1007/s41781-018-0017-9>
- [5] Google Blockly <https://developers.google.com/blockly/> , zajeto 1 December 2018.
- [6] MIT Scratch <https://scratch.mit.edu/> , zajeto 1 December 2018.
- [7] Rene Brun and Fons Rademakers, ROOT - An Object Oriented Data Analysis Framework, Proceedings AIHENP'96 Workshop, Lausanne, Sep. 1996, Nucl. Inst. and Meth. in Phys. Res. A 389 (1997) 81-86. glej tudi [root.cern.ch/](<http://root.cern.ch/>) .
- [8] B. Bellenot and S. Linev, J. Phys.: Conf. Ser. 664 062033 (2015)
- [9] VirtualBox <https://www.virtualbox.org/> , zajeto 1 December 2018.
- [10] International Particle Physics Outreach Group, International Masterclasses <http://physicsmasterclasses.org/> , zajeto 1 December 2018.