

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი



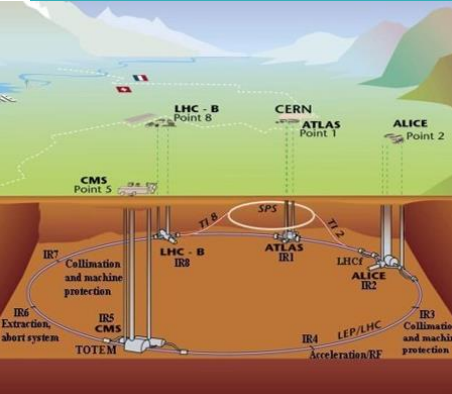
23 დეკემბერი, 2021წ

გეომეტრიული აღწერების დაპროგრამების მეთოდების კვლევა ატლასის ექსპერიმენტის სიმულაციისათვის

ბესიკ კეკელია

ხელმძღვანელი: პროფ. ალექსანდრე შარმაზანაშვილი

მაღალი ენერგიების ფიზიკის პროექტები



LHC

The Large Hadron Collider

LHC-ის ექსპერიმენტი მდებარეობს შვეიცარიისა და საფრანგეთის საზღვარზე.



KEK

The High Energy Accelerator Research Organization

KEK ამაჩქარებელი მდებარეობს იაპონიაში, ქ. ცუკუბა, იბარაკის პრეფექტურაში.



LINAC

Linear particle accelerator

წრფივი მდებარეობს ქ. მენლო პარკი, კალიფორნია, აშშ

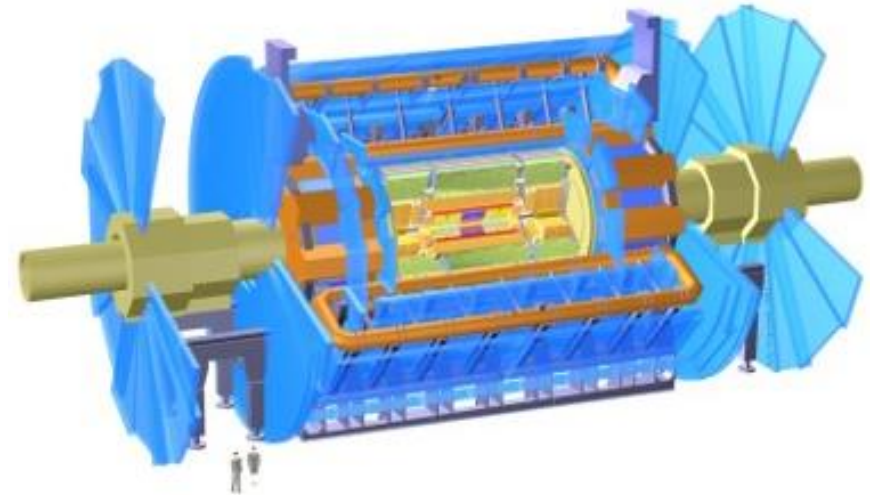
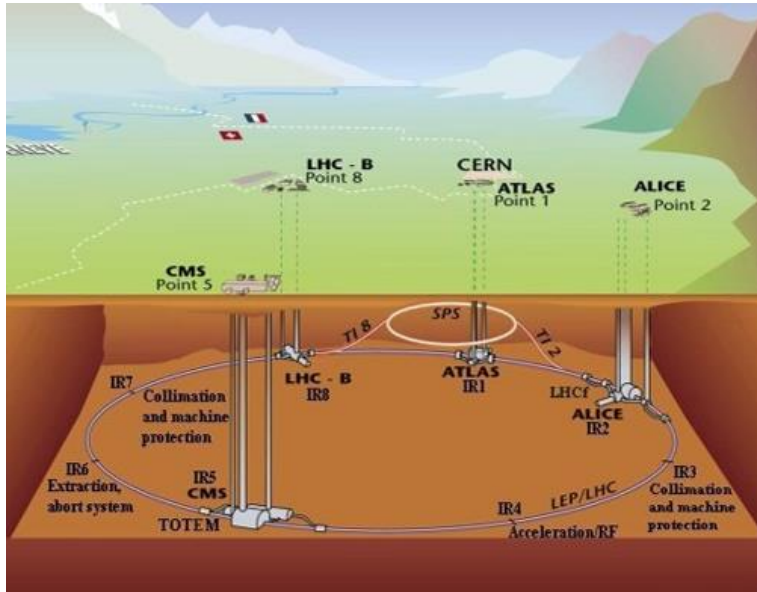


DESY

Deutsches Elektronen-Synchrotron

ადრონულ-ელექტრონული ამაჩქარებელი მდებარეობს გერმანიაში, ქ. ჰამბურგთან ახლოს

LHC-ის ექსპერიმენტი



- LHC – მდებარეობს 50 - 175 მ-ის სიღრმეზე მიწის ქვეშ
- სამუშაო ტემპერატურა - 271°C
- გაგრილებისთვის გამოიყენება 96 ტ ჰელიუმი

LHC-ზე მდებარეობს 4 დეტექტორი:

- ATLAS – (A Toroidal LHC AparaturuS)
- CMS – (Compact Muon Solenoid)
- LHCb - (LHC Beauty)
- ALICE – (A Large Ion Collider Experiment)

ATLAS - ის დეტექტორი

- წონა - 7000 ტ
- სიგრძე - 45მ
- სუმაღლე - 25მ

ATLAS - ის დეტექტორის ძირითადი სტრუქტურები:

- მაგნიტური სისტემა (Magnet System)
- შიდა დეტექტორი (Inner Detector)
- ელექტრომაგნიტური და ადრონული კალორიმეტრები (Calorimeter)
- მიონური სისტემა (Muon Spectrometer)

სიმულაცია სხვადასხვა ექსპერიმენტებში

BABAR ექსპერიმენტის სიმულაცია

BABAR ექსპერიმენტში 2 სახის სიმულაცია გამოიყენება და დამყარებულია Geant4-ის მოდულზე BOGUS. ის იმიტირება, როგორც BaBar Object-oriented Geant4-based Unified Simulation.

G4DNA

G4DNA არის Geant4-ზე დაფუძნებული სიმულაციის აპლიკაცია რადიობიოლოგიის მიმართულებით

ATLAS-ის ექსპერიმენტის სიმულაცია

ATLAS-ის ექსპერიმენტის სიმულაციის პროცესი დაფუძნებულია Geant4 (Geometry and Tracking) მოდელირების პაკეტზე

ALICE ექსპერიმენტის სიმულაცია

ALICE ექსპერიმენტის სიმულაცია მიმდინარეობს AliRoot-ში. ის არის პროგრამული უზრუნველყოფა სიმულაციისთვის

GAMOS

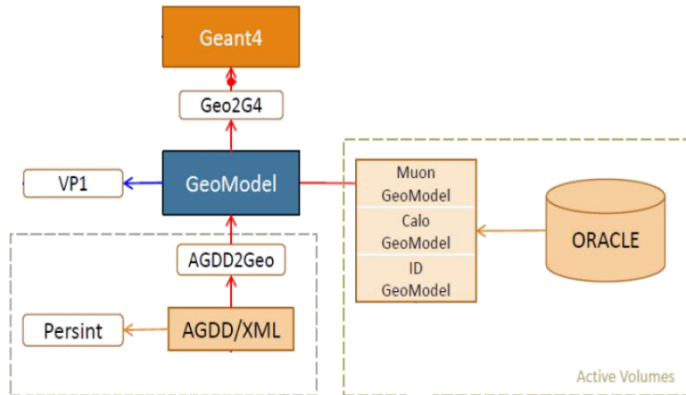
GAMOS - არის Geant4-ზე დაფუძნებული არქიტექტურა მედიცინაზე ორიენტირებული სიმულაციისთვის.



ATLAS-ის ექსპერიმენტის სიმულაცია

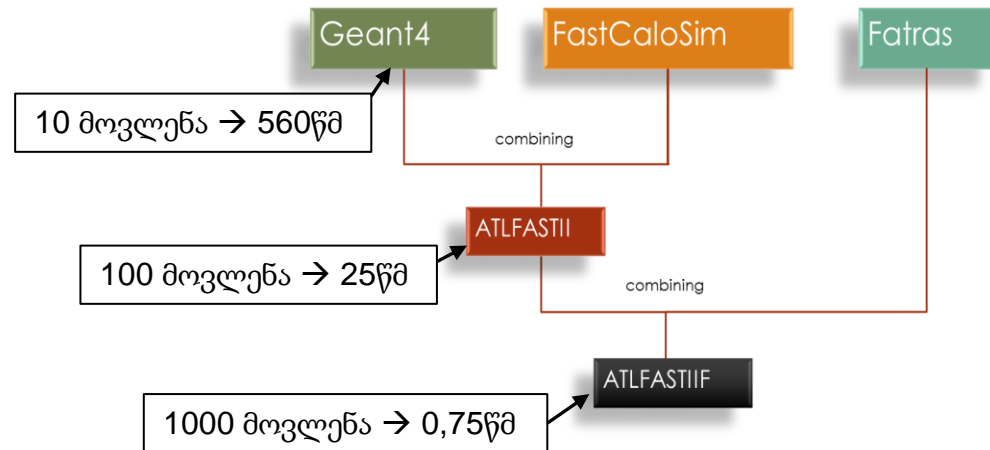
ATLAS-ის ექსპერიმენტის სწრაფი სიმულაცია

გეომეტრიული აღწერების სიმულაციის მიწოდების ჯაჭვი



სრული სიმულაცია

სწრაფი სიმულაცია



ATLAS-ის ექსპერიმენტის სიმულაცია

ATLAS-ის სრული სიმულაციის ჯაჭვი



- 1. MC ივენთ გენერატორი**
MC გენერატორები ქმნიან Data ობიექტებს, იგივე ნაწილაკებს
- 2. დეტექტორის სიმულაცია**
მუშაობენ სრული ან სწრაფი სიმულაციის ძრავები.
წარმოიქმნება Hits, ნაწილაკების და დეტექტორის ნაწილების ურთიეთქმედების შედეგად
- 3. დიჯიტიზაცია**
Hits -ების კონვერტაცია რეალური დეტექტორიდან მომავალი ინფორმაციის ფორმატის, მსგავს ფორმატში
- 4. რეკონსტრუქცია**
ნაწილაკების იმპულსის, ენერჯის გაზომვა. ნაწილაკის იდენტიფიკაცია
- 5. ანალიზი**
რეკონსტრუქციული ობიექტების გამოყენებით ანალიზი

ატლასის Geant4 სიმულაციაში

- წელიწადში 5-7 მილიარდი ხელოვნური მოვლენის ფორმირება ხორციელდება
- 10 მოვლენის დამუშავებას დაახლოებით 560 წამი სჭირდება
- საჭიროა 77 მლნ საათზე მეტი ყოველწლიურად შექმნილი მოვლენების დასამუშავებლად
- საჭიროა დიდი კომპიუტერული რესურსი

სიმულაციის პროცესზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სიმულაციის პაკეტებში გამოყენებული ATLAS-ის დეტექტორის გეომეტრიული აღწერები, რომლებიც თავის მხრივ, დაპროგრამების სხვადასხვა მეთოდებით შეიძლება იქნას მიღებული. ამიტომ, გეომეტრიული აღწერების დაპროგრამების მეთოდების გავლენის გამოკვლევა სიმულაციის პროცესის წარმადობაზე წარმოადგენს აქტუალურ ამოცანას.

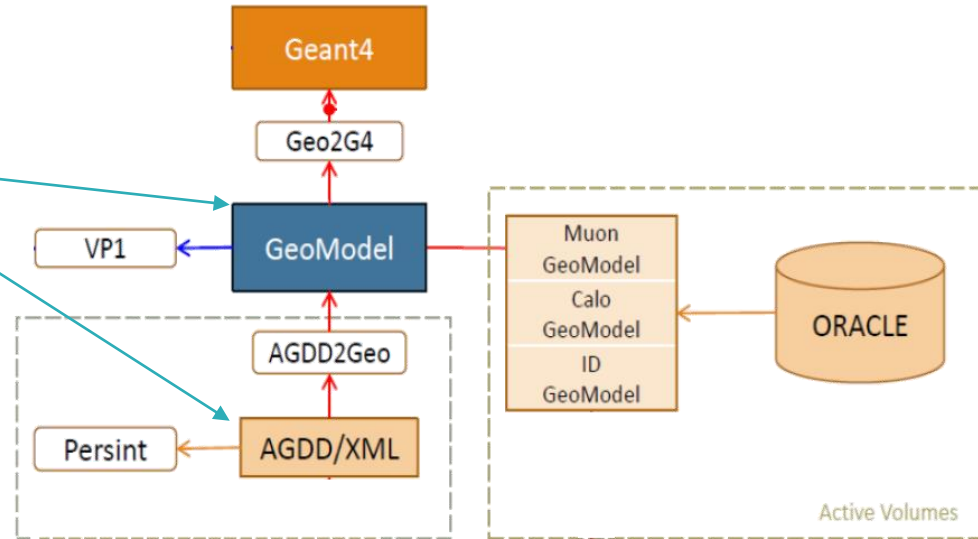
კვლევის ობიექტი და მეთოდები

კვლევის ობიექტს წარმოადგენს ATLAS-ის დეტექტორის გეომეტრიული აღწერების დაპროგრამების მეთოდები

ჩვენი მიზანია გეომეტრიული აღწერებისათვის ოპტიმალური დაპროგრამების მეთოდების შერჩევა, რაც საშუალებას მოგვცემს დავზოგოთ როგორც დროითი, ასევე კომპიუტერული რესურსი

კვლევის მეთოდები:

- გეომეტრიული კლასიფიკაციის მეთოდი
- კოდის სტრუქტურების ფორმალიზაციის მეთოდი
- დაჯგუფების მეთოდი
- საკონტროლო მაგალითების ტესტირების მეთოდი
- სიმულაციის საცდელი სესიების შედეგების ანალიზის მეთოდი.



გეომეტრიული აღწერების სიმულაციისათვის მიწოდების ჯაჭვი

კვლევის მეთოდური გეგმა შედგება 8 პუნქტისგან:

01

საკვლევი ინფრასტრუქტურის შერჩევა

02

წარმომადგენლობითი გეომეტრიული აღწერების შერჩევა

03

გეომეტრიული აღწერების დაპროგრამების მეთოდების შერჩევა და საკონტროლო მაგალითების ფორმირება

04

სიმულაციის წარმადობის შემოწმების კრიტერიუმების განსაზღვრა

05

წარმომადგენლობითი Run-ების შერჩევა

06

საკონტროლო მაგალითების გაშვება სიმულაციაში და სატესტო შედეგების მიღება

07

სატესტო შედეგების განზოგადება და სისტემატიზაცია

08

დაპროგრამების მეთოდების აპრობაცია



1. საკვლევი ინფრასტრუქტურის შერჩევა

საკვლევი ინფრასტრუქტურის შერჩევის ეტაპები

- 1.1 სიმულაციის შესასვლელი ინფორმაციის განსაზღვრა
- 1.2 სიმულაციის წარმადობის შემოწმების კრიტერიუმების განსაზღვრა
- 1.3 CPU Time-ის ხმაურის დადგენა

საკვლევი ინფრასტრუქტურის შერჩევა

1.1 - სიმულაციის შესასვლელი ინფორმაციის განსაზღვრა

სიმულაციის გამშვები ფაილის ფრაგმენტი

```
.tlasG4_tf.py \  
-inputEVNTfile /afs/cern.ch/user/n/nkoehler/public/MuonSW/share/OUT_EVNT_50.root  
-geometryVersion 'default:ATLAS-R3S-2021-01-00-00_VALIDATION' \  
-conditionsTag 'default:OFLCOND-RUN12-SDR-25' \  
-outputHITSfile OUT_HITS.root
```



Events(1)
└─ event E 05/50
 ├─ Date: 2012-07-06
 ├─ Time: 03:38:35
 ├─ Num: 1659078
 ├─ LumiB: 65
 └─ RunN: 206497

ივენტი



- ATLAS-R2-2016-01-00-17, doc
- ATLAS-R2-2016-01-00-18, doc
- ATLAS-R2-2016-01-01-00, doc
- ATLAS-R3-2021-00-00-00, doc
- ATLAS-R3-2021-01-00-00, doc
- ATLAS-R3S-2021-01-00-00, doc
- ATLAS-TESTASYM, doc
- ATLAS-TEST-ATLASCOMMON, doc
- ATLAS-TEST-CAVERN1, doc
- ATLAS-TEST-SFCAL, doc
- ATLAS-TEST-SOLD, doc
- ATLAS-TEST-SYMM, doc

გეომეტრიული აღწერები

საკვლევი ინფრასტრუქტურის შერჩევა

1.2 - სიმულაციის წარმადობის შემოწმების კრიტერიუმების განსაზღვრა

PerfMon

დამხმარე აპლიკაცია Athena-ში, რომელიც ზომავს სიმულაციის წარმადობის პარამეტრებს CPU Time და RAM ის მიხედვით

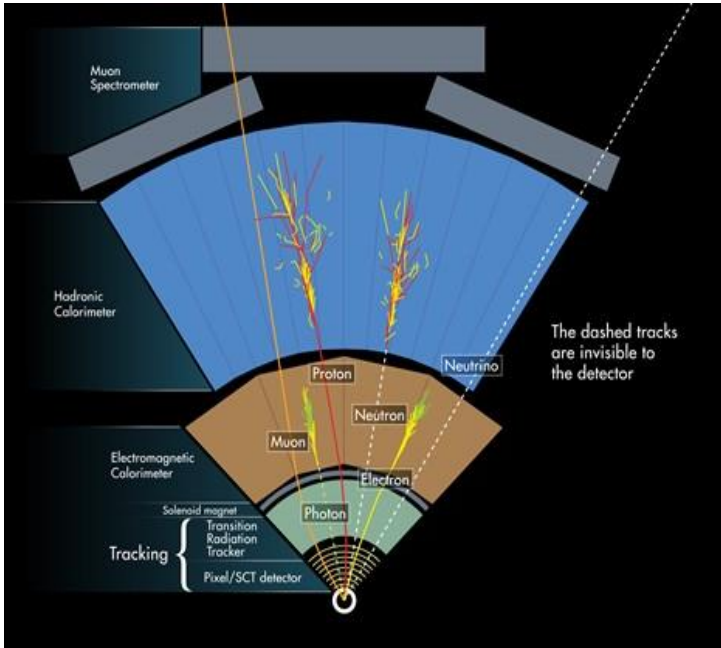


```
=== Units are milliseconds (cpu/wall) and kilobytes (vmem/malloc).
=== Full output inside: ntuple.pmon.gz
===== step ini =====
n  cpu  vmem  malloc  component
[ini] 1 54990 275200 257461 G4AtlasSvc
[ini] 1 3780 130500 135688 GeoModelSvc
[ini] 1 3650 118768 126900 DetectorGeometrySvc
[ini] 1 390 45056 45591 PoolSvc
[ini] 1 2810 89672 73051 [collapsed_181_comps]
[ini] 1 65620 659196 638690 [total_for_185_comps]
```

სიმულაციის პროცესის წარმადობის შეფასება ხორციელდება CPU Time და RAM პარამეტრების მიხედვით

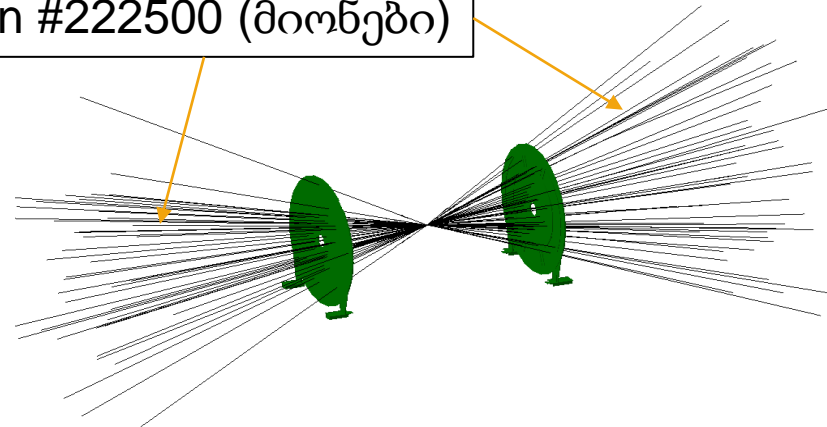
საკვლევი ინფრასტრუქტურის შერჩევა

1.3 - წარმომადგენლობითი Run-ების შერჩევა



- ელექტრონი → ელექტრომაგნიტული კალორიმეტრი
- პროტონი → ადრონული კალორიმეტრი
- ნეიტრონი → ადრონული კალორიმეტრი
- მიონი → ∞

run #222500 (მიონები)



დეტექტორში ნაწილაკების გავრცელების სქემა

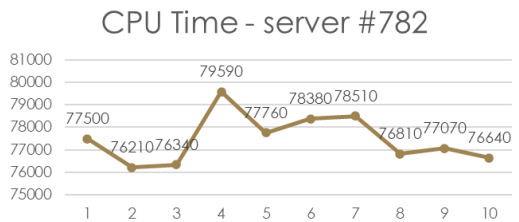
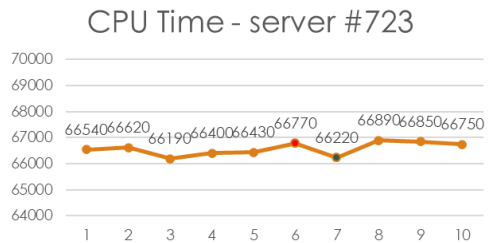
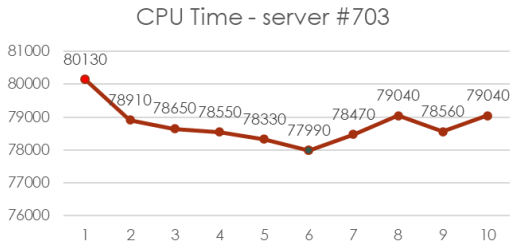
CPU Time-ის ხმაურის დადგენა

საკვლევი ინფრასტრუქტურის შერჩევა

სერვერის ხმაურის დადგენის მიზნით განხორციელდა #5 მაგალითის 10-ჯერ გაშვება სიმულაციაში, სამ სხვადასხვა სერვერზე

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	სხვაობა max-min	ხმაური/%
სერვერი	serverlplus703											
CPU	80130	78910	78650	78550	78330	77990	78470	79040	78560	79040	2140	2.67
RAM	639526	639526	639526	639526	639526	639526	639526	639526	639526	639526	0	0
სერვერი	server lplus723											
CPU	66540	66620	66190	66400	66430	66770	66220	66890	66850	66750	550	0.82
RAM	639526	639526	639526	639526	639526	639526	639526	639526	639526	639526	0	0
სერვერი	server lplus782											
CPU	77500	76210	76340	79590	77760	78380	78510	76810	77070	76640	3380	4.25
RAM	639526	639526	639526	639526	639526	639526	639526	639526	639526	639526	0	0

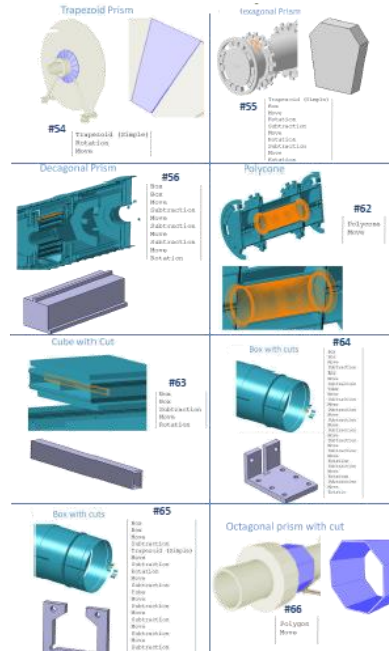
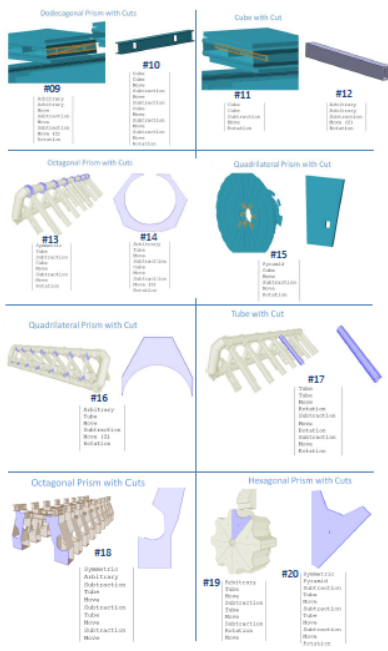
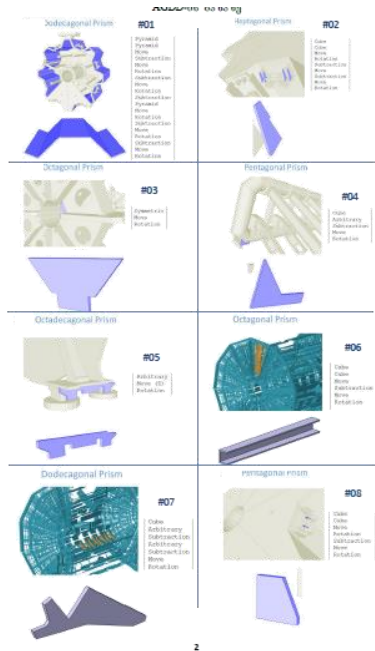
მაგალითი #5





II. გეომეტრიული აღწერებისა და მათი დაპროგრამების მეთოდების შერჩევა

სატესტო მაგალითების ფორმირება



განხორციელდა ნიკო ცუცქირიძის სადოქტორო დისერტაციის „დანართი N1“ - ში არსებული ატლასის დეტექტორის სიმულაციის გეომეტრიის ტიპიურ შემთხვევების ანალიზი.

სულ 60 ობიექტი



განხორციელდა NSW 2020 წლის მოდელის ანალიზი



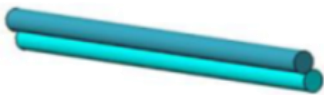
განხორციელდა 66 სატესტო მაგალითის ფორმირება

სატესტო მაგალითების ფორმირება

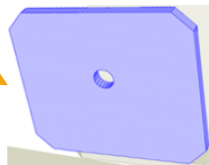
წახნაგოვანი



ცილინდრული



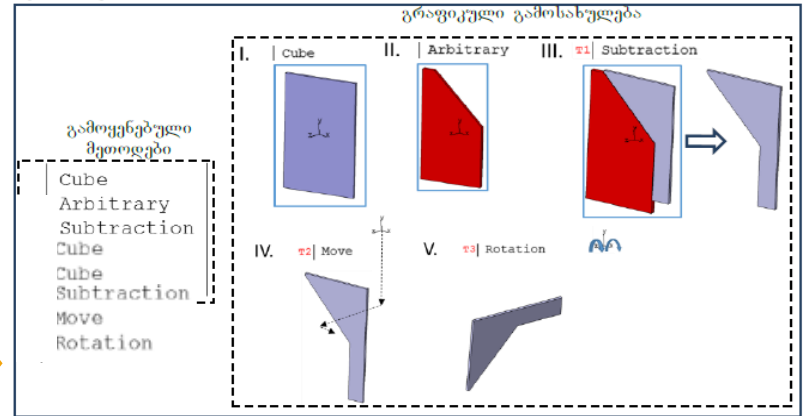
კომბინირებული ობიექტები



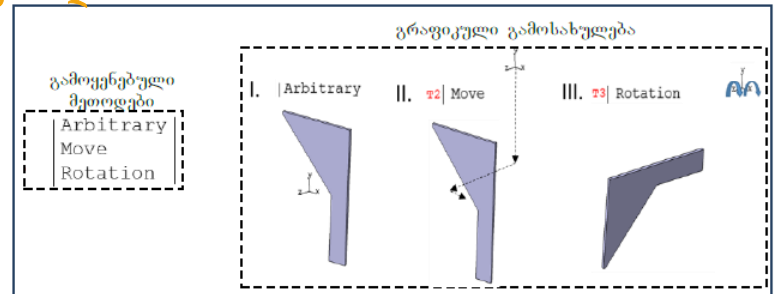
3 კლასი

გამოიყო 3 კლასი: წახნაგოვანი, ცილინდრული და შერეული. სულ 66 ობიექტი და მათი დაპროგრამების 2713 შესაძლო მეთოდი

ექვსკუთხა პრიზმის დაპროგრამება - CGS (Constructive solid geometry) მეთოდით



ექვსკუთხა პრიზმის დაპროგრამება - პოლიგონების მეთოდით



გეომეტრიული აღწერების დაპროგრამების მეთოდების ანალიზი

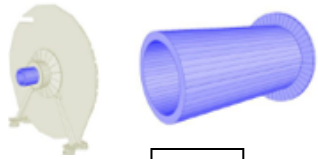
პრიმიტივების სრულ ნუსხაში არსებული პრიმიტივების ანალიზი

1. მსგავსი მეთოდების (ტოპოლოგიით, სტრუქტურით) განთესვა
2. ისეთი ვარიანტების განთესვა რომლებიც შეიცავენ აშკარა ირაციონალურ გზებს
3. თეორიული ვარიანტების განთესვა

გეომეტრიული აღწერების დაპროგრამების მეთოდების ანალიზი

I. მსგავსი დაპროგრამების მეთოდები

განხორციელდა პრიმიტივების თითოეულ კლასში შემავალი ობიექტების ერთმანეთთან შედარება და შედეგად გამოიკვეთა ის პრიმიტივები, რომლებსაც დაპროგრამების მეთოდების მსგავსი სტრუქტურა გააჩნიათ



#26

I
Tube
Tube
merged

II
Cylinder

III
Chain
Chain
merged



#27

I
Tube
Tube
Tube
merged

II
Cylinder

III
Chain
Chain
Chain
merged

შედეგად განხორციელდა პრიმიტივების გაფილტვრა. ანალიზის შედეგად ნუსხიდან ამოღებულ იქნა 8 პრიმიტივი. ესენია: #27, #34, #46, #48, #49, #52, #53, #54. შესაბამისად პრიმიტივების სრულ ნუსხაში დარჩა 58 პრიმიტივი

გეომეტრიული აღწერების დაპროგრამების მეთოდების ანალიზი

II კრიტერიუმი - ირაციონალური გზები

243 დაპროგრამების მეთოდი

Cube/ symmetric/ pyramid
Cube/ symmetric/ pyramid
Cube/ symmetric/ pyramid
Cube/ symmetric/ pyramid
Cube/ symmetric/ pyramid
merged



Arbitrary

I და II კრიტერიუმებით განთესვის შედეგად დარჩა 2365 დაპროგრამების მეთოდი

გეომეტრიული აღწერების დაპროგრამების მეთოდების ანალიზი

III კრიტერიუმი - თეორიული ვარიანტების განთესვა

256 დაპროგრამების მეთოდი

Cube/ Arbitrary/ Pyramid/ Symmetric
Cube/ Arbitrary/ Pyramid/ Symmetric
Cube/ Arbitrary/ Pyramid/ Symmetric
Cube/ Arbitrary/ Pyramid/ Symmetric
Subtraction
Subtraction
Subtraction



Cube/ pyramid
Cube/ pyramid
Cube/ pyramid
Subtraction
Subtraction

Cube - 1 ტრანზაქცია

```
<box name="Box" material="Aluminium" X_Y_Z=""/>
```

Arbitrary - 2 ტრანზაქცია

```
<gvxy name="Polygon" material="Copper" dZ="1500.">  
<gvxy_point X_Y="-1250.;-1000."/>  
<gvxy_point X_Y="0.;1000."/>  
<gvxy_point X_Y="1250.;250."/>  
<gvxy_point X_Y="250.;-750."/>  
</gvxy>
```

I, II და III კრიტერიუმებით განთესვის შედეგად დარჩა 42 პრიმიტივი და მათი დაპროგრამების 416 მეთოდი



III. საკონტროლო მაგალითების გაშვება სიმულაციაში და სატესტო შედეგების მიღება

სიმულაციის სატესტო სესიების ჩატარება

გეომეტრიული აღწერების 3 კლასი:

- ცილინდრული
- წახნაგოვანი
- შერეული

ცილინდრული - Tube, Cylinder და Chain - ატლასის დეტექტორში ასეთი 6000-ზე მეტი ობიექტია

წახნაგოვანი - Cube, Pyramid, Arbitrary Polygon, Symmetric Polygon, Double და Symmetric Polygon -

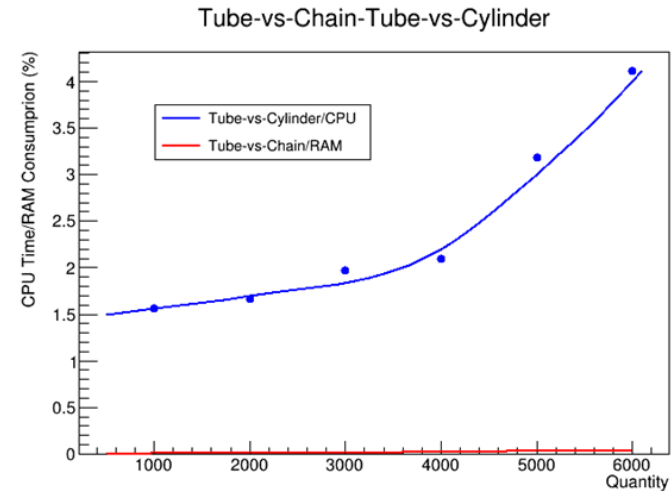
ატლასის დეტექტორში ასეთი 40000-ზე მეტი ობიექტია

შერეული - ცილინდრული+ წახნაგოვანი - Combined, Merged, Subtraction, Union, Intersection, Hybridized

#23 მაგალითი - ცილინდრული მაგალითის სიმულაციის შედეგები

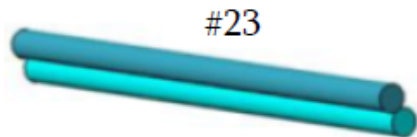
სიმულაციის შედეგები

Serie	Measur	Tube	Chain	Cylinder	Diff			%		
					Tube	Chain	Cylinde	Tube	Chain	Cylinde
1	CPU/m	66810	67280	66510	300	770	0	0.45	1.15	0
	RAM/k	638886	638889	638887	0	3	1	0	0.0005	0.0002
1000	CPU/m	66740	66770	67800	0	30	1060	0	0.045	1.563
	RAM/k	641014	641048	641016	0	34	2	0	0.005	0.0003
2000	CPU/m	67030	69300	68170	0	2270	1140	0	3.2	1.67
	RAM/k	643161	643222	643163	0	61	2	0	0.009	0.0003
3000	CPU/m	67230	66570	67910	660	0	1340	0.98	0	1.97
	RAM/k	645408	645498	645409	0	90	1	0	0.0014	0.0002
4000	CPU/m	67780	68010	67790	380	0	1420	0.57	0	2.09
	RAM/k	647445	647572	647447	0	127	2	0	0.02	0.003
5000	CPU/m	66720	67000	68910	0	280	2190	0	0.42	3.18
	RAM/k	649935	650109	649936	0	174	1	0	0.03	0.0002
6000	CPU/m	66670	67490	69530	0	820	2860	0	1.22	4.11
	RAM/k	651924	652126	651925	0	202	1	0	0.03	0.0002



CPU Time ხმაური - 0,82%

lxplus723.cern.c	66540	66620	66190	66400	66430	66770	66220	66890	66850	66750
h										



#23

#23-1

```
001 Tube
002 Tube
003 Composition
```

#23-2

```
001 Chain
002 Chain
003 Composition
```

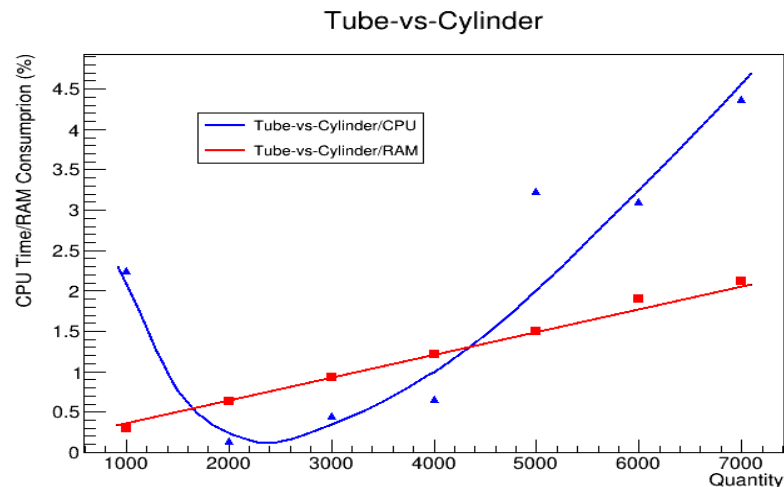
#23-3

```
001 Cylinder
002 Cylinder
003 Composition
```

#11 მაგალითი - ცილინდრული მაგალითის სიმულაციის შედეგები

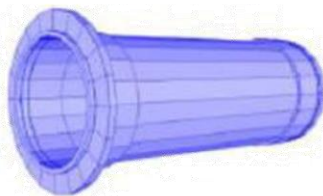
სიმულაციის შედეგები

Serie	Measurm.	Tube	Cylinder	Diff		%	
				Tube	Cylinder	Tube	Cylinder
1	CPU/ms	66740	66380	360	0	0.54	0
	RAM/kb	638889	638892	0	3	0	0.0005
1000	CPU/ms	67870	66340	1530	0	2.25	0
	RAM/kb	642302	640355	1947	0	0.3	0
2000	CPU/ms	66970	66880	90	0	0.14	0
	RAM/kb	645859	641794	4065	2	0.63	0
3000	CPU/ms	66930	66630	300	0	0.45	0
	RAM/kb	649363	643350	6013	0	0.93	0
4000	CPU/ms	67710	67260	450	0	0.66	0
	RAM/kb	652618	644724	7894	0	1.21	0
5000	CPU/ms	66960	69200	0	2240	0	3.24
	RAM/kb	656327	646486	9841	0	1.5	0
6000	CPU/ms	68250	70440	0	2190	0	3.11
	RAM/kb	660085	647832	12253	0	1.9	0
7000	CPU/ms	67800	70900	0	3100	0	4.37
	RAM/kb	663342	649306	14036	0	2.12	0



CPU Time ხმაური - 0,88%

lxplus723.cern.ch	67090	66610	66890	66880	66860	66690	66940	66790	67200
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------



#11-1
001 Cylinder

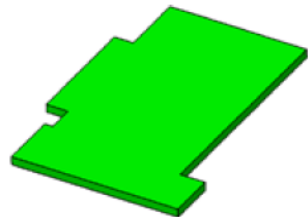
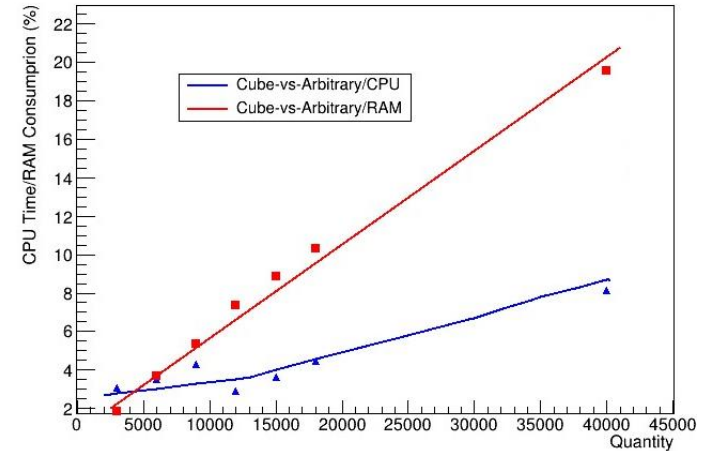
#11-2
001 Tube
002 Tube
003 Tube
004 Tube
005 Tube

#39 მაგალითი - წახნაგოვანი მაგალითის სიმულაციის შედეგები

სიმულაციის შედეგები

Serie	Measurm.	Cube	Pyramid	arbitrary	Diff				%			
					Cube vs Pyramid		Cube vs arbitrary		Cube vs Pyramid		Cube vs arbitrary	
3000	CPU/ms	69520	68910	67380	610	0	2140	0	0.88	0	3.08	0
	RAM/kb	655615	655616	643414	0	1	12201	0	0	0.00015	1.86	0
6000	CPU/ms	68960	69650	66540	0	690	2420	0	0	0.99	3.51	0
	RAM/kb	672590	672591	647846	0	1	24744	0	0	0.00015	3.68	0
9000	CPU/ms	69870	70350	66880	0	480	2990	0	0	0.68	4.28	0
	RAM/kb	689757	689758	652628	0	1	37129	0	0	0.00014	5.38	0
12000	CPU/ms	69820	70950	67790	0	1130	2030	0	0	1.59	2.91	0
	RAM/kb	709003	709004	656649	0	1	52354	0	0	0.00014	7.38	0
15000	CPU/ms	71030	71180	68470	0	150	2560	0	0	0.21	3.60	0
	RAM/kb	725126	725127	660945	0	1	64181	0	0	0.00014	8.85	0
18000	CPU/ms	72840	74730	69600	0	1890	3240	0	0	2.53	4.45	0
	RAM/kb	743084	743085	666264	0	1	76820	0	0	0.00013	10.34	0
40000	CPU/ms	77330	78340	71050	0	1010	6280	0	0	1.29	8.12	0
	RAM/kb	869102	869103	699145	0	1	169957	0	0	0.00012	19.56	0

Cube-vs-Arbitrary



#39-1

```
001 Cube
002 Cube
003 Cube
004 Cube
005 Cube
006 Subtraction
007 Subtraction
008 Subtraction
009 Subtraction
```

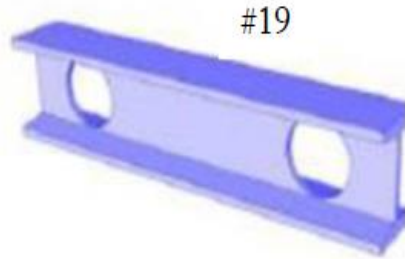
#39-2

```
001 Arbitrary
```

CPU Time ხმაური - 3,92%

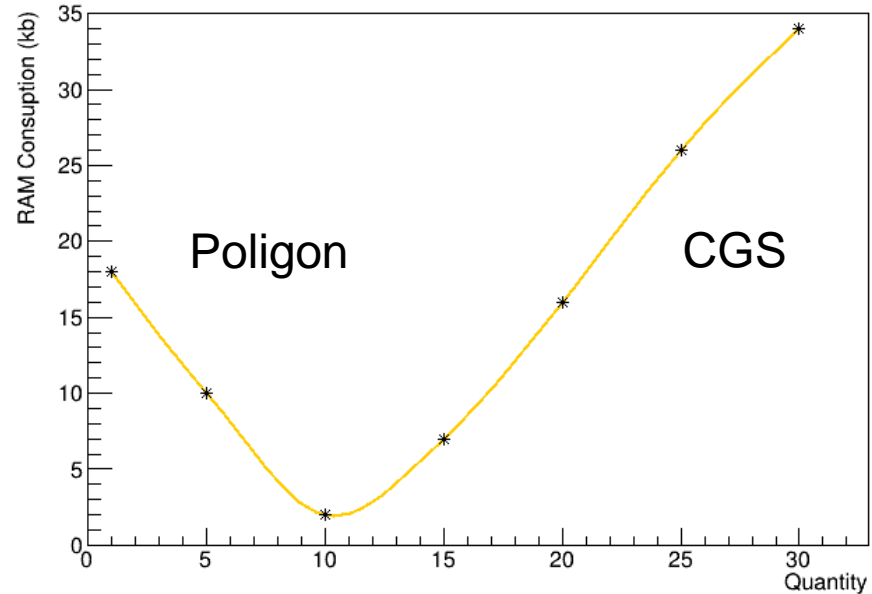
lxplus723.cern.ch	67290	66930	67350	67200	68230	67920	67460	69150	69570	69230
-------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

#19 მაგალითი - კომბინირებული მაგალითის სიმულაციის შედეგები



#19-1	#19-2
001 Arbitrary	001 Pyramid
002 Tube	002 Pyramid
003 Subtraction	003 Subtraction
004 Subtraction	004 Subtraction
	005 Tube
	006 Subtraction
	007 Subtraction

Arbitrary-vs-Pyramid



განხორციელდა 1, 5, 10, 20, 25, 30 ცალი ობიექტის ტესტირება



IV. დაპროგრამების მეთოდების აპრობაცია

NSW-ის სიმულაციის პროგრამული კოდი

აპრობაციის ეტაპები:

1. ATLAS-ის დეტექტორის კომპლექსურობის განსაზღვრა
2. სატესტო მაგალითის შერჩევა აპრობაციისათვის
3. NSW-ის კოდების ფორმირება სიმულაციისთვის
4. სიმულაციის სატესტო სესიები
5. სიმულაციიდან მიღებული შედეგების ანალიზი

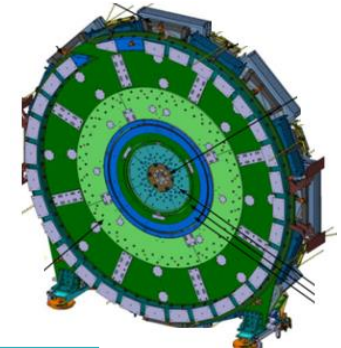


```

2 | <!--cube arbitrary-->
3 | <!-- LS Spacer Frame -->
4 | <gvsx name="LS_StructuralPlate_Main" material="Aluminium" dZ="5.9">
5 |   <gvsx_point X_Y_Z="226.; 958." />
6 |   <gvsx_point X_Y_Z="914.15; 3281." />
7 |   <gvsx_point X_Y_Z="1007.3; 4613." />
8 |   <gvsx_point X_Y_Z="0.01; 4613." />
9 |   <gvsx_point X_Y_Z="0.01; 958." />
10 | </gvsx>
...
2064 | <composition name="NSW_missing_parts" >
2065 |   <posXYZ volume="NSW_Missing_Parts_SideA" />
2066 |   <posXYZ volume="NSW_Missing_Parts_SideC" />
2067 | </composition>
2068 | <composition name="NSW" >
2069 |   <posXYZ volume="NSW_Spacer" />
2070 |   <posXYZ volume="NSW_Aluminum_Structure_and_HUB" />
2071 |   <posXYZ volume="NUD_Disk" />
2072 |   <posXYZ volume="A_Platee" />
2073 |   <posXYZ volume="NSW_missing_parts" />
2074 | </composition>

```

NSW-ში პრიმიტივების რაოდენობა 802546



არა ოპტიმალური

```

<trd name="LS_Channel_section_L850_Main" material="Aluminium" Xmp_Ymp_Z="50; 50; 850; 850; 30." />
<subtraction name="LS_Channel_section_L850">
  <posXYZ volume="LS_Channel_section_L850_Main" />
  <posXYZ volume="LS_Channel_section_L2000_Cut" />
</subtraction>

```

ოპტიმალური

```

<box name="LS_Channel_section_L850_Main" material="Aluminium" X_Y_Z="50; 850; 30." />
<subtraction name="LS_Channel_section_L850">
  <posXYZ volume="LS_Channel_section_L850_Main" />
  <posXYZ volume="LS_Channel_section_L2000_Cut" />
</subtraction>

```

ATLAS-ის დეტექტორის გეომეტრიული აღწერების ზოგადი პარამეტრები

ატლასის დეტექტორი	პანაწყობი	დეტალი	პრიმიტივი
მაგნიტური სისტემა	347	16'345	398'924
შიდა დეტექტორი	413	337'484	9'024'069
კალორიმეტრები	568	119'111	23'490'492
მიონური სისტემა	3'266	915'756	13'380'286
მეჟანუკური სისტემა	935	9'466	740'028
ჯამი:	5'529	1'398'162	47'033'799

არა ოპტიმალური

```

<snake name="test6" material="ShieldSteel" radius="530." nbPhi="20">
  <snake_point X_Y_Z="0.; 0.; -499.35" />
  <snake_point X_Y_Z="0.; 0.; 499.35" />
</snake>
<snake name="test6" material="ShieldSteel" radius="455.5" nbPhi="20">
  <snake_point X_Y_Z="0.; 0.; -500." />
  <snake_point X_Y_Z="0.; 0.; 500." />
</snake>
<subtraction name="HUB_Extension_outer_tube">
  <posXYZ volume="test5" X_Y_Z="0.; 0.; 0." />
  <posXYZ volume="test6" X_Y_Z="0.; 0.; 0." />
</subtraction>

```

ოპტიმალური

```

<tubs name="HUB_Extension_outer_tube" material="ShieldSteel" Rio_Z="455.5; 530.; 998.7" />

```

დაპროგრამების მეთოდების აპრობაციის შედეგები NSW-ის მაგალითზე

ოპტიმალური და არა ოპტიმალური Arbitrary vs Pyramid + Boolean მეთოდების სიმულაციის შედეგები

მეთოდის ეფექტურობა დეტექტორის სხვადასხვა სტრუქტურებისთვის

	განზომ.	ოპტიმალური	არა ოპტიმალური	სხვაობა		%	
				ოპტ./არა ოპტ.	ოპტ./არა ოპტ.		
NSW	CPU/ms	68110	70520	0	2410	0	3.42
	RAM/kb	639991	640896	0	905	0	0.14

ATLAS-დეტექტორის სტრუქტურები	პრიმიტივების რაოდენობა/ცალი	მეთოდის ეფექტურობა	
		CPU Time %	RAM %
მაგნიტური სისტემები	398' 924	0.53	0.6
შიდა დეტექტორი	9' 024' 069	11.9	13.5
კალორიმეტრების სისტემა	23' 490' 492	31	35.1
მიონების სისტემა	13' 380' 286	17.7	20
მექანიკური სტრუქტურები	740' 028	1	1.1
ჯამი	47' 033' 799	62.13	70.3

ოპტიმალური და არა ოპტიმალური CGS მეთოდების სიმულაციის შედეგები

	განზომ.	ოპტიმალური	არა ოპტიმალური	სხვაობა		%	
				ოპტ./არა ოპტ.	ოპტ./არა ოპტ.		
NSW	CPU/ms	70120	69780	340	0	0.48	0
	RAM/kb	642014	649549	0	7535	0	1.16

NSW-ზე ჩატარებული კვლევის მიხედვით მეთოდის ეფექტურობა CPU Time-ისთვის შეადგენს 1.06%-ს ხოლო RAM-ისთვის კი 1.2%.

მეთოდის ეფექტურობა ATLAS-ის სრული გეომეტრიული აღწერების გათვალისწინებით CPU Time-ისთვის შეიძლება შეადგინოს 62,1%-ს, ხოლო RAM-ისთვის კი 70,3%-ს

1. გამოიყო ატლასის დეტექტორის 66 ტიპიური გეომეტრიული აღწერა სატესტო სესიების ჩასატარებლად
2. დამუშავდა გეომეტრიული აღწერების დაპროგრამების მეთოდების კლასიფიკაცია, რომელშიც გაერთიანდა - ცილინდრული კლასისთვის 29, წახნაგოვანი კლასისთვის 135 და კომბინირებული კლასისთვის 252 ტიპიური დაპროგრამების მეთოდი
3. გამოიყო ატლასის დეტექტორის გეომეტრიული აღწერების დაპროგრამების ტიპიური კლასები და მეთოდები სატესტო სესიების ჩასატარებლად
4. სატესტო სესიების ჩასატარებლად შეიქმნა სიმულაციის წარმადობის შესწავლის საკვლევი ინფრასტრუქტურა
5. წახნაგოვანი ობიექტების დაპროგრამებისათვის დადგინდა, რომ პოლიგონ მეთოდები განაპირობებენ უკეთეს წარმადობას მყარი ტანის პრიმიტივების მეთოდებთან შედარებით. აღნიშნული სხვაობა იზრდება ობიექტების რაოდენობასთან ერთად და აღწევს CPU-თვის 8%-ს, ხოლო RAM-თვის 20%-ს
6. ცილინდრული ობიექტებისათვის დადგინდა, რომ დაპროგრამების მეთოდების ცვლილება განაპირობებს წარმადობის უმნიშვნელო ცვლილებას, რაც ობიექტების რაოდენობის ზრდასთან ერთად აღწევს 4%-ს
7. კომბინირებული ობიექტებისათვის დაპროგრამების პოლიგონ მეთოდებს უკეთესი წარმადობა აქვთ ვიდრე მყარი ტანის პრიმიტივების მეთოდებს და ეს სხვაობა პირდაპირპროპორციულად იზრდება ობიექტების რაოდენობასთან ერთად
8. გამოვლენილ იქნა Tube მეთოდის ეფექტურობა ცილინდრული ობიექტების დაპროგრამების ამოცანებისათვის
9. გამოვლენილ იქნა Arbitrary_Polygon მეთოდის ეფექტურობა წახნაგოვანი ობიექტების დაპროგრამების ამოცანებისათვის
10. გამოვლინდა უმნიშვნელო სხვაობა Cube და Pyramid მეთოდებს შორის როგორც წახნაგოვანი, ასევე კომბინირებული ობიექტების დაპროგრამების ამოცანებისათვის
11. განხორციელდა დაპროგრამების მეთოდების რანჟირება. შეიქმნა დაპროგრამების მეთოდების რეიტინგი წარმადობის თვალსაზრისით

დისერტაციის დასკვნები



მადლობა ყურადღებისთვის

bkekelia@cern.ch