

آموزش ابزار مونت کارلوی Geant4

تألیف:

دکتر فائزه رحمانی

مهندس محمد تقی بطیار



شماره ۴۱۰

سرشناسه: رحمانی، فائزه، ۱۳۵۹ -

عنوان و نام پدیدآور: آموزش ابزار مونت کارلوی Geant4 / تالیف فائزه رحمانی، محمدتقی بطیار.

مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، انتشارات، ۱۳۹۴.

مشخصات ظاهری: ۳۷ ص.: مصور، جدول، نمودار.

شابک: 978-۶00-۳67-24-2

فروست: انتشارات دانش راه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی؛ ۴۱۰.

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

موضوع: فیزیک هسته‌ای -- شبیه‌سازی -- کامپیوتری

موضوع: اشعه کیهانی -- شبیه‌سازی -- کامپیوتری

شناسه افزوده: بطیار، محمدتقی، ۱۳۶۵ -

رده بندی کنگره: QC۷۷۶/۳۱۸ ۱۳۹۴

رده بندی دیویی: ۵۳۹/۷

شماره کتابشناسی ملی: ۴۱۵۱۳۲۱

press.kntu.ac.ir



ناشر: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

عنوان: آموزش ابزار مونت کارلوی Geant4

مؤلفان: دکتر فائزه رحمانی و مهندس محمدتقی بطیار

نوبت چاپ: دوم

تاریخ انتشار: خرداد ۱۳۹۸

شمارگان: ۵۰۰ جلد

چاپ: پدیدرنگ

صخافی: گرانمی

قیمت همراه CD: ۴۰۰۰۰ تومان

تمام حقوق برای ناشر محفوظ است

خیابان میرداماد غربی - شماره ۴۷۰ - انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی - تلفن: ۸۸۸۸۱۰۵۲

میدان ونک - خیابان ولی عصر (عج) - بالاتر از چهارراه میرداماد - شماره ۲۶۲۶ - مرکز پخش و فروش انتشارات

تلفن: ۸۸۷۷۲۲۷۷ رایانامه: press@kntu.ac.ir - تارنما (فروش برخط): www.press.kntu.ac.ir

بسمه تعالی

کدهای شبیه‌سازی از مهم‌ترین و کارآمدترین ابزارهای محاسباتی و شبیه‌سازی، به‌خصوص در حوزه فیزیک محسوب می‌شوند، زیرا علاوه بر صرفه‌جویی در زمان، امکان آزمایش و تجربه را در ابعاد واقعی و وسیع بدون صرف هزینه، ممکن می‌سازند.

کدهای محاسباتی متنوعی مبتنی بر روش‌های یقینی و آماری در زمینه فیزیک موجود است. کد Geant4 که در این کتاب به آن پرداخته شده است، یکی از کدهای مونت کارلوی چندمنظوره می‌باشد که در مقایسه با کارایی آن، هنوز به‌صورت گسترده در میان دانشجویان و پژوهشگران ایرانی توسعه یافته است. لذا بر آن شدیم تا آنچه را برای ورود به حوزه‌ی استفاده از این کد برای شبیه‌سازی مسائل فیزیکی، تا حدودی به صورت مدون همراه با مثال‌هایی در متن از ابتدا تا انتها دنبال کنیم.

سی‌دی ارائه شده به همراه کتاب حارم فایل ایزولینوکس اوبونتو ۱۴.۰۴ و VMware است. از آنجا که ممکن است خواننده در دنبال کردن مراحل نصب و اجرای برنامه بر اساس محتوای کتاب دچار مشکل شود، مراحل نصب Geant4 بر روی لینوکس به صورت گام به گام در فایل متنی در سی‌دی کتاب موجود است. علاوه بر آن کلیه نرم‌افزارهای مورد نیاز برای کار با Geant4 نیز در سی‌دی ارائه شده است و وبگاه Geant4.kntu.ac.ir به منظور رفع اشکال کاربران راه‌اندازی شده است.

از آنجا که این کتاب نیز مانند هر مصنوع بشری خالی از ایراد نمی‌باشد، لذا صمیمانه پذیرای انتقادات خوانندگان هستیم و نیز تقاضا داریم، هر نوع ایراد احتمالی در متن یا ساختار گوشزد شود.

در پایان امیدواریم این کتاب گامی رو به جلو در راستای پیشرفت علمی کشور عزیزمان ایران باشد.

مؤلفین کتاب

زمستان ۱۳۹۴

فهرست مطالب

۱-.....	مقدمه
۶-.....	مراجع
۷-.....	فصل اول: نصب و راه اندازی GEANT4.10.1 و روش های اجرای برنامه
۷-.....	۱-۱ سیستم عامل های پشتیبانی شده و آزمایش شده
۸-.....	۲-۱ نرم افزارهای مورد نیاز برای نصب GEANT4
۸-.....	۱-۲-۱ فایل های Geant4
۸-.....	۲-۲-۱ دریافت داده های مورد نیاز Geant4
۱۰-.....	۳-۲-۱ CMake 3.0.2 پایریز برای بالاتر
۱۰-.....	۴-۲-۱ کامپایلر ++C
۱۰-.....	۵-۲-۱ نصب و راه اندازی Synaptic Package Manager در سیستم عامل لینوکس
۱۱-.....	۳-۱ نصب GEANT4 بر روی سیستم عامل لینوکس
۱۵-.....	۱-۳-۱ کتابخانه های ++C برای تیریک (تیریس) بالا
۲۱-.....	۲-۳-۱ نصب Geant4
۲۴-.....	۳-۳-۱ فعال سازی اجزاء مختلف Geant4
۳۲-.....	۴-۱ اجرای مثال B1 با استفاده از MAKE
۴۰-.....	۵-۱ اجرای مثال B1 با استفاده از روش CMAKE
۴۳-.....	۶-۱ نصب GEANT4.10.1 بر روی WINDOWS 7
۵۳-.....	۷-۱ نصب لینوکس بر روی VMWARE و نصب GEANT4 بر روی آن
۶۲-.....	مراجع
۶۳-.....	فصل دوم: ساختار کلی هسته ی GEANT4
۶۳-.....	۱-۲ مقدمه
۶۳-.....	۲-۲ گروه هندسه
۶۴-.....	۱-۲-۲ کلاس های عضو گروه هندسه
۶۶-.....	۳-۲ گروه مواد
۶۷-.....	۴-۲ فرایندهای فیزیکی
۶۷-.....	۱-۴-۲ فلسفه ی طراحی
۶۸-.....	۵-۲ گروه ذرات
۶۸-.....	۶-۲ برخورد و رقمی سازی
۶۸-.....	۱-۶-۲ فلسفه ی طراحی

۶۸	۲-۶-۲ کلاس های تعریف شده در کلاس برخورد و رقمی سازی
۶۹	۲-۷-۲ گروه GLOBAL
۶۹	۲-۷-۱ فلسفه ی طراحی
۷۰	۲-۷-۲ انواع مولدهای تولید اعداد تصادفی
۷۱	۲-۸-۲ گروه RUN
۷۱	۲-۸-۱ کلاس های تعریف شده در گروه Run
۷۲	۲-۹-۲ گروه EVENT
۷۲	۲-۹-۱ فلسفه ی طراحی گروه Event
۷۲	۲-۹-۲ کلاس های عضو گروه Event
۷۳	۲-۱۰-۲ گروه TRACKING
۷۳	۲-۱۰-۱ فلسفه ی طراحی
۷۴	۲-۱۰-۲ کلاس های عضو گروه Tracking
۷۵	۲-۱۰-۳ مکانیزم Tracking
۷۶	۲-۱۱-۲ کلاس های اجباری GEANT4
۷۷	۲-۱۲-۲ کلاس های اختیاری GEANT4
۷۷	۲-۱۲-۱ کلاس اختیاری G4UserRunAction
۷۸	۲-۱۲-۲ کلاس اختیاری G4UserEventAction
۷۸	۲-۱۲-۳ کلاس اختیاری G4UserStackingAction
۷۹	۲-۱۳-۲ ابزار GEANT4 به عنوان یک ماشین حالت
۸۰	۲-۱۴-۲ بخش های مختلف یک برنامه ی GEANT4
۸۱	۲-۱۴-۱ تابع main در GEANT4
۸۳	۲-۱۵-۲ انواع روش های اجرای برنامه در GEANT4
۸۳	۲-۱۵-۱ اجرا به روش دسته ای
۸۴	۲-۱۵-۲ روش دسته ای با خواندن یک ماکرو
۸۶	۲-۱۵-۳ اجرا به روش تعاملی
۸۸	مراجع

فصل سوم: تعریف مواد در ابزار GEANT4..... ۸۹

۸۹	۳-۱ ملاحظات عمومی
۸۹	۳-۲ تعریف ایزوتوپ
۹۰	۳-۳ تعریف عناصر ساده
۹۰	۳-۴ تعریف یک ماده ی ساده
۹۱	۳-۵ تعریف یک مولکول

۶-۳	تعریف یک مخلوط بر حسب درصد جرمی	۹۲
۷-۳	تعریف گاز و خلاء	۹۲
۸-۳	تعریف مواد با استفاده از پایگاه داده‌های داخلی GEANT4	۹۳
۹-۳	چاپ فهرست مواد در خروجی	۹۴
۱۰-۳	نحوه ی ساخت ماده در برنامه	۹۴
۹۷	فصل چهارم: آموزش تعریف هندسه در GEANT4	
۱-۴	مقدمه	۹۷
۲-۴	ساخت یک جسم ساده	۹۸
۳-۴	انتخاب یک شکل ساده	۹۸
۴-۴	تعریف حجم منطقی	۹۹
۵-۴	موقعیت دادن به جسم ها	۹۹
۶-۴	تعریف حجم فیزیکی	۹۹
۱-۶-۴	تعریف دوران	۱۰۰
۲-۶-۴	تعریف انتقال	۱۰۱
۷-۴	برنامه‌ی ساخت یک مکعب داخل حجم جهان	۱۰۲
۸-۴	انواع شکل‌ها در ابزار GEANT4	۱۰۴
۹-۴	ساخت جامدات با استفاده از اعمال بولی	۱۱۷
۱-۹-۴	عمل بولی اجتماع	۱۱۷
۲-۹-۴	عمل بولی اشتراک	۱۱۹
۳-۹-۴	عمل بولی تفریق	۱۲۰
۱۰-۴	ساختارهای تکراری	۱۲۱
۱-۱۰-۴	کلاس G4PVReplica	۱۲۱
۲-۱۰-۴	تقسیم کردن حجمها	۱۲۵
۱۱-۴	اجرای یک برنامه ی عملی	۱۳۰
۱۲-۴	نحوه‌ی مشخص کردن کلاس ساخت هندسه در تابع main()	۱۳۶
	مراجع	۱۳۸

فصل پنجم: آموزش تعریف فیزیک و ردیابی در GEANT4

۱-۵	مقدمه	۱۳۹
۲-۵	مفاهیم اصلی	۱۳۹
۱-۲-۵	ردیابی	۱۳۹
۲-۲-۵	تعریف فرایند	۱۴۰

۱۴۲	۳-۲-۵ تعریف رد
۱۴۳	۴-۲-۵ تعریف گام
۱۴۴	۵-۲-۵ مفهوم verbose یا میزان درازنویسی خروجی
۱۴۸	۶-۲-۵ Trajectory/Trajectory Point
۱۴۸	۷-۲-۵ کلاس‌های عملیاتی کاربر
۱۴۸	۳-۵ فرایندهای فیزیکی
۱۴۹	۱-۳-۵ برهمکنش‌های الکترومغناطیسی
۱۴۹	۱-۱-۳-۵ فرایندها و مدل‌های گروه "استاندارد"
۱۵۶	۲-۳-۵ فرایندها و مدل‌های الکترومغناطیسی گروه انرژی پایین
۱۶۳	۲-۱-۳-۵ فرایندها و مدل‌های گروه Very Low energy (Geant4-DNA)
۱۶۷	۲-۳-۵ فرایندهای فوتون نوری
۱۶۹	۳-۳-۵ فرایندها و مدل‌های هادرونی
۱۷۰	۱-۳-۳-۵ فرایندهای عمومی هادرونی
۱۷۲	۲-۳-۳-۵ فرایندهای هادرونی گسیل
۱۷۵	۳-۳-۳-۵ مدل‌های هادرونی بر اساس اطلاعات تجربی
۱۷۵	۴-۳-۳-۵ مدل‌های هادرونی بر اساس تئوری
۱۷۵	۵-۳-۳-۵ مدل‌های توصیف‌کننده‌ی برخورد لپتون-هسته
۱۷۷	۶-۳-۳-۵ مدل‌های توصیف‌کننده‌ی پراکندگی گسیل هادرونی
۱۷۹	۷-۳-۳-۵ مدل‌های توصیف‌کننده‌ی برهمکنش‌ها هادرونی در انرژی بالا
۱۸۱	۸-۳-۳-۵ پراکندگی ناکشسان هادرونی
۱۸۲	۹-۳-۳-۵ مدل‌های آبشاری
۱۸۳	۱۰-۳-۳-۵ مدل‌های برخورد هسته-هسته
۱۸۶	۱۱-۳-۳-۵ مدل برخورد گاما با هسته
۱۸۷	۱۲-۳-۳-۵ مدل‌های مورد استفاده برای تعریف فیزیک نوترون‌های با انرژی پایین
۱۸۸	۴-۳-۵ فرایند واپاشی
۱۸۹	۵-۳-۵ فرایند ترابرد
۱۸۹	۴-۵ مقادیر قطع
۱۹۳	۵-۵ روش‌های ساخت فیزیک در ابزار شیء گرای GEANT4
۱۹۳	۱-۵-۵ ساخت فیزیک با استفاده از مراجع فیزیکی
۱۹۶	۱-۱-۵-۵ انتخاب مراجع فیزیکی بر اساس کاربرد
۱۹۷	۲-۱-۵-۵ نحوه‌ی تعریف مراجع فیزیکی در ابزار شیء گرای Geant4
۱۹۹	۲-۵-۵ ساخت فیزیک با استفاده از "فرایندها" در کلاس G4VUserPhysicsList
۲۰۸	۶-۵ ساخت فیزیک با استفاده از کلاس G4VMODULARPHYSICSList

۲۲۱	 مراجع
۲۲۳	 فصل ششم: آموزش ساخت چشمه در ابزار GEANT4
۲۲۳	 ۱-۶ کلاس پایه‌ی G4VUSERPRIMARYGENERATORACTION
۲۲۴	 ۲-۶ انواع چشمه‌ها در ابزار GEANT4
۲۲۴	 ۱-۲-۶ چشمه‌ی نوع G4ParticleGun
۲۲۴	 ۱-۱-۲-۶ توابع عمومی G4ParticleGun
۲۲۵	 ۲-۱-۲-۶ نحوه‌ی ساخت چشمه با استفاده از کلاس G4ParticleGun
۲۲۸	 ۳-۱-۲-۶ ساخت چشمه با استفاده از G4ParticleGun
۲۳۰	 ۲-۲-۶ چشمه‌ی نوع G4GeneralParticleSource یا (GPS)
۲۳۰	 ۱-۲-۲-۶ فرمان‌های GPS
۲۴۱	 ۲-۲-۲-۶ مثال‌های GPS
۲۴۹	 ۳-۲-۲-۶ نحوه‌ی ساخت چشمه با استفاده از GPS
۲۵۲	 ۳-۶ نحوه‌ی مشخص کردن کلاس ساخت چشمه در تابع MAIN()
۲۵۵	 فصل هفتم: آشنایی با روش‌های برون‌کش داده در GEANT4
۲۵۵	 ۱-۷ گرفتن خروجی با استفاده از خطوط فرمان و تعریف مش
۲۵۷	 ۱-۱-۷ تعریف مش مکعبی و نمایش خروجی به صورت متنی
۲۵۸	 ۲-۱-۷ تعریف مش مکعبی برای مصورسازی خروجی
۲۵۹	 ۳-۱-۷ تعریف مش استوانه‌ای
۲۶۱	 ۴-۱-۷ تعریف چند مش مکعبی در یک ماکرو
۲۶۳	 ۲-۷ گرفتن خروجی با استفاده از برنامه نویسی شیء گرا
۲۶۳	 ۱-۲-۷ برخورد
۲۶۴	 ۲-۲-۷ آشکارساز حساس
۲۶۶	 ۳-۲-۷ کلاس مدیریتی G4SDManager
۲۶۶	 ۴-۲-۷ کلاس‌های G4MultiFunctionalDetector و G4VPrimitiveScorer
۲۶۸	 ۵-۲-۷ کلاس‌های G4VPrimitiveScorer
۲۷۲	 ۶-۲-۷ کلاس G4VSDFilter و کلاس‌های مشتق شده از آن
۲۹۳	 فصل هشتم: آموزش مصورسازی در ابزار GEANT4
۲۹۳	 ۱-۸ مصورسازی بخش‌های مختلف
۲۹۴	 ۲-۸ ویژگی‌های انواع سیستم‌های گرافیکی
۲۹۴	 ۱-۲-۸ سیستم گرافیکی OpenGL
۲۹۵	 ۲-۲-۸ سیستم گرافیکی Qt

۲۹۶	۳-۲-۸ سیستم گرافیکی OpenInventor
۲۹۷	۴-۲-۸ سیستم گرافیکی HepRep
۲۹۸	۵-۲-۸ سیستم گرافیکی DAWN
۲۹۸	۶-۲-۸ سیستم گرافیکی VRML
۲۹۹	۷-۲-۸ سیستم گرافیکی RayTracer
۳۰۰	۸-۲-۸ سیستم گرافیکی gMocren
۳۰۱	۹-۲-۸ سیستم ASCII Tree
۳۰۱	۳-۸ مصر سازی با استفاده از خطوط فرمان
۳۰۳	۳-۸ تعریف چند مفهوم
۳۰۴	۱-۳-۸ مصور سازی یک حجم فیزیکی
۳۰۴	۳-۳-۸ مصور سازی حجم منطقی
۳۰۴	۴-۳-۸ مصور سازی هندسه
۳۰۸	۵-۳-۸ مصور سازی مسیر دیات
۳۱۰	۶-۳-۸ مصور سازی برخورد ها
۳۱۰	۷-۳-۸ فرمان های مورد نیاز در انتهای پریداد و انتهای اجرا
۳۱۱	۸-۳-۸ فیلتر Trajectory
۳۱۱	۹-۳-۸ افزودن متن، تاریخ، علامت، علامت دو بعدی
۳۱۲	۱۰-۳-۸ افزودن قاب
۳۱۳	۱۱-۳-۸ افزودن میدان مغناطیسی به منظر
۳۱۴	۴-۸ مصور سازی با استفاده از برنامه نویسی C++
۳۱۶	مراجع