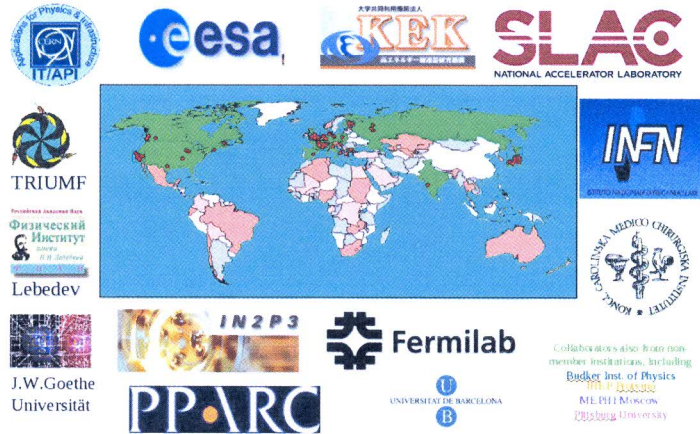


Geant 4 โปรแกรมการทำนายผลการเคลื่อนที่ของอนุภาคสายพันธุ์ยุโรป

นางซัชภฤดา อัครภูไชย
 กลุ่มตรวจสอบสถานปฏิบัติการทางรังสี สำนักกำกับดูแลความปลอดภัยทางรังสี
 สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

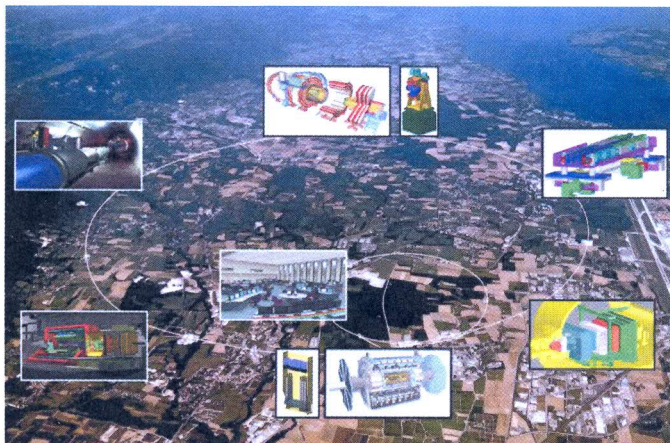
Geant 4 คือโปรแกรมที่อธิบายถึงอันตรกิริยาของอนุภาคที่มีต่อวัตถุในเชิงฟิสิกส์อนุภาค โปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมที่หลายหน่วยงานนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในหลายประเทศ อาทิเช่น องค์กรวิจัยนิวเคลียร์แห่งยุโรป

(European Organization for Nuclear Research, CERN) ถูกจัดตั้งขึ้นในเขตชายแดนของประเทศฝรั่งเศสและสวิตเซอร์แลนด์ใกล้กับกรุงเจนีวา (Franco-Swiss border near Geneva) ศูนย์ SLAC National accelerator Laboratory ซึ่งเป็น ๑ ใน ๑๐ แผนกของ Department of Energy (DOE) Office of Science laboratory ตั้งอยู่ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา ศูนย์ TRIUMF คือห้องปฏิบัติการสำหรับอนุภาคด้านนิวเคลียร์ฟิสิกส์ (nuclear physics particle) และเครื่องเร่งอนุภาค (accelerator-base) ซึ่งตั้งอยู่ในประเทศแคนาดา (Canada's national laboratory) ศูนย์ Konsol Carolinska Medico Chirurgiska Institute เป็นห้องปฏิบัติการด้านการแพทย์ซึ่งตั้งอยู่ในประเทศสวีเดน และ ศูนย์ CMRP (Centre for Medical Radiation Physics) เป็นห้องปฏิบัติการด้านฟิสิกส์การแพทย์ของคณะ engineering & Information Sciences มหาวิทยาลัยวูลลองกอง (University of Wollongong) เป็นต้น



รูปที่ ๑ ตัวอย่างหน่วยงานที่ใช้โปรแกรม GEANT 4

CERN เริ่มโปรเจกต์ GEANT4 ในช่วงเดือนธันวาคม ปี ค.ศ.1994 และประกาศเริ่มใช้งาน version 1.0 ใน



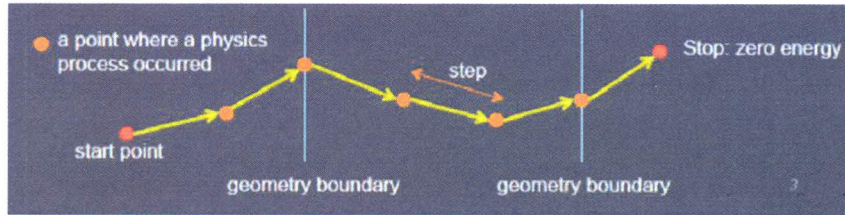
รูปที่ ๒ Large Hadron Collider (LHC)

เดือนธันวาคม ค.ศ.1998 และพัฒนาขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งวันที่ 2 มีนาคม ค.ศ. 2016 ทาง CERN ได้ประกาศใช้งาน version 10.2 patch 01 ซึ่งถือว่าเป็น version ล่าสุดที่สามารถตอบสนองการทดลองด้านฟิสิกส์รังสีและฟิสิกส์อนุภาค ได้ดีขึ้น โปรแกรม Geant4 เป็นโปรแกรม

แบบ open source code ผู้ใช้สามารถนำ source code ที่มีอยู่ทั่วไปใน search engine ต่างๆ และในเว็บไซต์ของ CERN ที่ www.cern.ch/geant4 ไปใช้ได้ทันทีและยังสามารถนำ code เหล่านั้นไปพัฒนาหรือสร้างเพิ่มเติมให้สอดคล้องกับงานของตนและรองรับงานใหม่ๆ ได้อีกด้วย

โปรแกรม GEANT4 ทำงานโดยใช้หลักการของ Monte Carlo (MC) จำลองการชนกันของอนุภาค อาทิ โพรตอนกับโปรตอน ที่ LHC (Large Hadron Collider) โปรแกรมจะอาศัยการคำนวณแบบ Non-deterministic คล้ายๆ random walk

โดยการสุ่มทิศทางและระยะการเคลื่อนที่ผ่านสสารหรือเครื่องตรวจวัดอนุภาค โดยกระบวนการจำลองเริ่มจากการสุ่มตำแหน่งและทิศทางของ

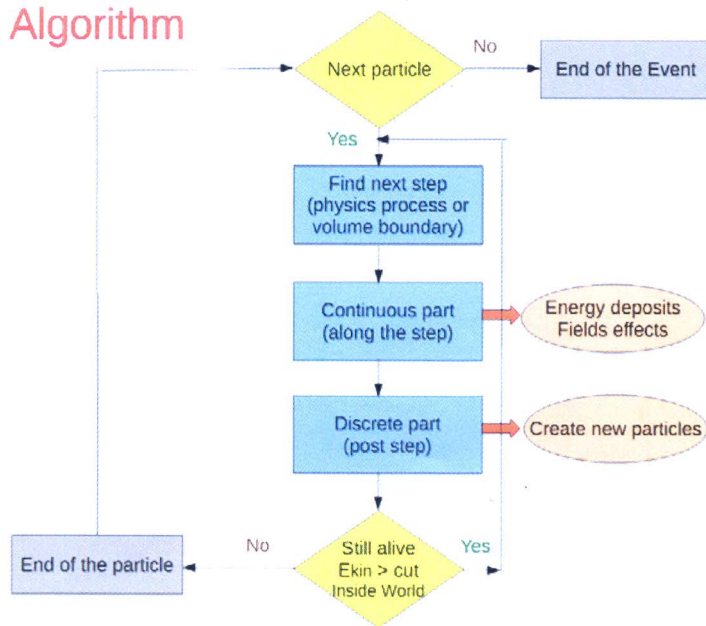


รูปที่ ๓ เส้นทางเคลื่อนที่จากการจำลอง

อนุภาคจากฟังก์ชันแจกแจงความน่าจะเป็นเพื่อเคลื่อนอนุภาคไปยังตำแหน่งใหม่ ดังรูปที่ ๓ โดยแต่ละครั้งที่มีการเคลื่อนตำแหน่ง วิธีนี้จะทำการคำนวณการเกิดอันตรกิริยาหรือขอบเขตของเครื่องตรวจวัด โดยถ้าในกระบวนการนั้นอนุภาคยังไม่สลายตัวหรือเกิดอนุภาคใหม่ ระบบทำการหาพลังงานที่สูญเสียและผลกระทบจากสนามแม่เหล็กในเครื่องตรวจจับ แต่ถ้าเกิดอนุภาคใหม่ระบบจะจดจำและคำนวณอนุภาคใหม่แทนการดำเนินการนี้ และจะดำเนินการสำหรับทุกๆอนุภาคในระบบและมีชื่อเรียกกระบวนการทั้งหมดนี้ว่า Monte Carlo Radiation Transportation แสดงดังรูปที่ ๔

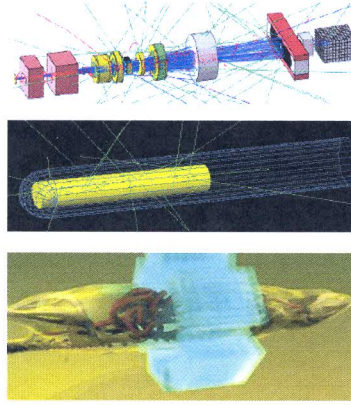
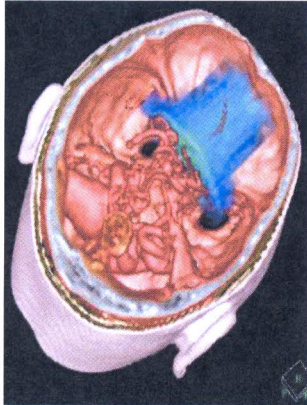
Ref 5

Algorithm



รูปที่ ๔ กระบวนการ Monte Carlo Radiation Transportation Code

โปรแกรม GEANT4 ใช้กันมากในงานด้านฟิสิกส์รังสีโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านฟิสิกส์การแพทย์ (Medical Physics) เช่น Beam Therapy, Brachytherapy, Imaging และ Irradiation study



ด้านวิทยาศาสตร์ของอนุภาคฟิสิกส์พลังงานสูง (High Energy Physics, HEP) เช่นรังสีคอสมิก รังสีแกมมา และพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น ด้านเครื่องเร่งอนุภาค (Accelerator) เช่น การพัฒนาหัวเครื่อง LINAC และเครื่อง PET (Detector Development) การรักษาผู้ป่วยด้วยรังสีจากการจำลอง

รูปที่ ๕ GEANT4 in Medical Physics

โปรตอน (Proton therapy simulation)

และด้านฟิสิกส์ปริภูมิ (Space Physics) เช่น MSL Radiation Assessment Detector

ซึ่งเป็นการวัดรังสีในสิ่งแวดล้อมบนพื้นผิวของดาวอังคาร เป็นต้น

ulations) การจำลองการรักษาด้วยอนุภาค



รูปที่ ๖ Geant4 in Space

Reference

1. Makoto Asai and Dennis Wright; “GEANT4 tutorial” Stamford Linear Accelerator Center (SLAC) PPA/SCA; ANS Winter meeting 2014; 12th November 2014.
2. Dennis Wright; “Introduction to GEANT4” Stamford Linear Accelerator Center (SLAC); 1st GEANT4 Australian school, Centre of Medical Radiation Physics(CMRP) University of Wollongong Australia ; 11th -13rd April 2011.
3. S.Guatelli, D.Cutajar, C.layton and A.B.Rosenfeld; “Teaching Monte Carlo codes at university” ; Centre of Medical Radiation Physics(CMRP) University of Wollongong Australia.
4. C.Ussawaphuchai ; “Design of Dose Calibrator Model CRC-25R by GEANT4” ; Centre of Medical Radiation Physics(CMRP) University of Wollongong Australia.
5. สาโรช ลีดำรงค์วัฒนากุล; “รายงานโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อน ประจำปี ๒๕๕๖ (CERN SUMMER PROJECT)” ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประเทศไทย
6. “GEANT4”; www.en.m.wikipedia.org/wiki/GEANT4
7. “Space”; www.en.m.wikipedia.org/wiki/Space
8. “Large Hadron Collider (LHC)” ; www.en.m.wikipedia.org/wiki/LargeHadronCollider