

เท่าที่ผ่านมาวิธีมอนติคาร์โล (Monte Carlo method) ถูกใช้แก้ปัญหาการนำความร้อนแบบคงตัวที่ไม่เป็นเอกพันธ์ (nonhomogeneous steady-state heat equation) โดยมีเงื่อนไขขอบทั้งประเภทที่หนึ่ง ประเภทที่สอง และประเภทที่สาม และแบบไม่คงตัวที่เป็นเอกพันธ์ (homogeneous unsteady-state heat equation) โดยมีเพียงเงื่อนไขขอบประเภทที่หนึ่ง ในงานวิจัยนี้ วิธีมอนติคาร์โลได้รับการพัฒนาให้สามารถใช้แก้ปัญหาการนำความร้อนแบบไม่คงตัวที่ไม่เป็นเอกพันธ์ โดยมีเงื่อนไขขอบประเภทที่หนึ่ง ประเภทที่สอง และประเภทที่สาม ผลเฉลยที่ได้ถูกแสดงออกมาในรูปของความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะ (transition probabilities) ผลงานวิจัยที่ได้แสดงให้เห็นว่าการวางนัยทั่วไป (generalization) ของวิธีมอนติคาร์โลคือวิธีเอ็กซอดัส (Exodus method) ซึ่งให้ผลเฉลยในรูปของฟังก์ชันเอ็กซอดัส (Exodus functions) วิธีเอ็กซอดัสสามารถใช้แก้ปัญหาการนำความร้อนที่ความหนาแน่น (density) ความจุความร้อน (heat capacity) และค่าการนำความร้อน (thermal conductivity) ขึ้นกับพิกัดปริภูมิ (space coordinate) ในโดเมน วิธีเอ็กซอดัสได้เปรียบเหนือวิธีมอนติคาร์โลตรงที่มันสามารถใช้ได้ในกรณีที่อนุพันธ์ที่หนึ่ง (first derivative) ของอุณหภูมิต่อเวลาในสมการการนำความร้อนถูกประมาณโดยผลต่างย้อนหลัง (backward difference) หรือผลต่างกลาง (central difference) ซึ่งทำให้วิธีเอ็กซอดัสใช้แก้สมการเชิงอนุพันธ์ย่อยพาราโบลิค (parabolic partial differential equation) ที่ถูกทำให้เป็นกึ่งทนะ (discretized) ด้วยวิธีผลต่างอันดับ (finite-element method) ได้ นอกจากนี้วิธีเอ็กซอดัสยังใช้แก้สมการเชิงอนุพันธ์ย่อยทั่วไปได้ถ้ามีการดัดแปลงขั้นตอนการแก้ปัญหาให้เหมาะสม วิธีเอ็กซอดัสและวิธีมอนติคาร์โลสามารถใช้คำนวณหาผลเฉลยของปัญหาที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งในโดเมนโดยไม่จำเป็นต้องหาผลเฉลยทั่วทั้งโดเมน ซึ่งทำให้การคำนวณสัมประสิทธิ์ความอ่อนไหว (sensitivity coefficients) ด้วยวิธีเอ็กซอดัสหรือวิธีมอนติคาร์โลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

The Monte Carlo method has previously been used to solve nonhomogeneous steady-state heat conduction equations having boundary conditions of the first kind, the second kind, and the third kind and homogeneous unsteady-state heat conduction equations having boundary condition of the first kind. In this research, the Monte Carlo method is further developed to enable it to solve nonhomogeneous unsteady-state heat conduction equations having boundary condition of the first kind, the second kind, and the third kind. The solution is expressed in terms of transition probabilities. Moreover, the generalization of the Monte Carlo method is found to be the Exodus method, which yields the solution in terms of Exodus functions. The Exodus method is shown to be able to solve problems having space-dependent density, heat capacity, and thermal conductivity. Unlike the Monte method, the Exodus method can deal with problems that employ backward time-differencing or central time-differencing, which means that the general finite-element formulation of a general linear heat conduction problem can be solved by the Exodus method. General partial differential equations, not just the heat conduction equation, can also be solved with the Exodus method if an appropriate formulation of the problem is used. The Monte Carlo method and the Exodus method have an advantage over other numerical methods in that they allows the determination of the temperature at a specific location without having to solve for the solution of the entire domain. Therefore, the determination of sensitivity coefficients will be efficient with the use of the Exodus method or the Monte Carlo method.