การแก้ปัญหาย้อนกลับ (inverse problem) ของข้อมูล Magnetotelluric (MT) ใน data space ช่วยให้ระบบของสมการที่ต้องแก้ลดลงจากเดิมที่มีขนาด $M \times M$ ที่ทำใน model space เป็น $N \times N$ ใน data space เมื่อ M คือจำนวนพารามิเตอร์ของแบบจำลอง และ N คือจำนวนพารามิเตอร์ของข้อมูล ซึ่งส่วนใหญ่แล้ว N จะมีค่าน้อยกว่า M มากๆ การแก้ปัญหาย้อนกลับใน data space นี้สามารถทำให้การแก้ปัญหาย้อนกลับของข้อมูล MT ในสามมิติ (3-D) เป็นไปได้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ธรรมดา (Siripunvaraporn et al., 2005) อย่างไรก็ตาม วิธีนี้ก็ยังมีความจำเป็นที่ต้องเก็บข้อมูล sensitivity matrix (**J**) ที่มีขนาด $N \times M$ ลงในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ซึ่งทำให้เกิดข้อจำกัดของการนำไปใช้ ในที่นี้เราได้ประยุกต์เอาวิธี conjugate gradient มาใช้ในการแก้ระบบของสมการใน data space ด้วยวิธีนี้เมตริก **J** จะไม่ถูกสร้างขึ้นมาทำให้ไม่ต้องเก็บข้อมูลลงในหน่วยความจำ สิ่งที่เราทำคือเราคำนวณหาผลคูณของเมตริก **J** กับเวกเตอร์ใดๆ โดยการแก้ปัญหาไปข้างหน้า (forward problem) หนึ่งครั้งเท่านั้นเอง เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการคำนวณระหว่างวิธีใหม่ซึ่งก็คือ data space conjugate gradient (DCG) สำหรับทั้ง สองมิติ (2-D) และ 3-D ของข้อมูล MT กับวิธีเดิมซึ่งก็คือ data space Occam's method (DASOCC) เราใช้วิธีนับจำนวนครั้งของการแก้ปัญหาไปข้างหน้า จากการทดลองกับข้อมูลจำลอง เราพบว่าแม้ว่า DCG จะช่วยลดปริมาณการใช้หน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ลงได้อย่างมาก แต่กลายเป็นว่ามันต้องใช้จำนวนครั้งของการแก้ปัญหาไปข้างหน้าที่มากกว่า นั่นหมายถึงเวลาที่ใช้ในการคำนวณจะมากกว่าวิธีอย่าง DASOCC ซึ่งใช้หน่วยความจำมาก ดังนั้นผลสรุป คือ มันมี trade-off ระหว่างหน่วยความจำกับเวลาที่ใช้ในการคำนวณ และการจะเลือกว่าจะใช้วิธี DASOCC หรือ DCG ก็ขึ้นอยู่กับผู้ใช้และข้อมูลที่นำไปใช้

190525

A data space approach to magnetotelluric (MT) inversion reduces the size of the system of equations that must be solved from $M \times M$, as required for a model space approach, to only $N \times N$, where M is the number of model parameter and N is the number of data. This reduction makes 3-D MT inversion on a personal computer possible for modest values of M and N (Siripunvaraporn et al, 2005). However the need to store the $N \times M$ sensitivity matrix **J** remains a serious limitation. Here, we consider application of conjugate gradient (CG) methods to solve the system of data space Gauss-Newton equations. With this approach **J** is not explicitly formed and stored, but instead the product of **J** with an arbitrary vector is computed by solving one forward problem. To assess the computational efficiency we test our data space conjugate gradient (DCG) algorithm for the 2-D and 3-D MT inverse problem, and compare the results with those from the data space Occam's (DASOCC for 2-D; WSINV3DMT for 3-D) inversion by counting the number of forward modeling calls. Experiments with synthetic data show that although DCG requires significantly less memory, it generally requires more forward problem solutions than a scheme such as DASOCC and WSINV3DMT, which is based on a full computation of **J**. We therefore conclude that there is a trade-off between memory used and cpu run time, and the choice between DASOCC (WSINV3DMT) and DCG will depend on the application and users.