

**AN EFFICIENT MODIFIED HIERARCHICAL  
DOMAIN DECOMPOSITION FOR  
TWO-DIMENSIONAL MAGNETOTELLURIC  
FORWARD PROBLEMS**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE (PHYSICS)  
FACULTY OF GRADUATE STUDIES  
MAHIDOL UNIVERSITY  
2010**

**COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY**

Copyright by Mahidol University

AN EFFICIENT MODIFIED HIERARCHICAL DOMAIN DECOMPOSITION FOR  
TWO-DIMENSIONAL MAGNETOTELLURIC FORWARD PROBLEMS.

TAWAT RUNG-ARUNWAN 5036994 SCPY/M

M.Sc. (PHYSICS)

THESIS ADVISORY COMMITTEE : WEERACHAI SIRIPUNVARAPORN, Ph.D.  
(GEOPHYSICS), PHICHET KITTARA, Ph.D. (ASTROPHYSICS), WITHOON  
CHUNWACHIRASIRI, Ph.D. (PHYSICS)

ABSTRACT

A global domain is uniformly partitioned into many smaller non-overlapping sub-domains. Two modifications are made to the hierarchical domain decomposition method to suit two-dimensional magnetotelluric problems. Under the hierarchical decomposition, the unknowns are classified into three types: interior, interface, and intersection. Instead of solving the whole domain, these divided systems are successively solved with the lower and upper (LU) factorization via many smaller sub-systems and a reduced system. By taking advantage of the finite difference method, the first modification is to separate the interface into horizontal and vertical interfaces, and the second modification is to apply a red-black ordering to the horizontal and vertical interface system.

The accuracy of the developed technique is first validated with both synthetic and inverted models. At the proper number of sub-domains, the developed technique is better than solving the whole domain in terms of computational time and memory, and also has a higher efficiency when the model size increases. Pre-estimating the memory used leads to a selection of the optimal number of sub-domains prior to the actual calculation. Thus the trial and error approach for choosing the number of sub-domains can be avoided. The proposed domain decomposition technique is proven to be efficient at solving two-dimensional problems and also shows the potential for solving three-dimensional problems.

KEY WORDS : MAGNETOTELLURIC / FORWARD PROBLEM /  
DOMAIN DECOMPOSITION

94 pages

การแบ่งโดเมนอย่างมีลำดับชั้นโดยปรับแก้ให้มีประสิทธิภาพสำหรับการแก้ปัญหาไปข้างหน้าของแมกนีโตเทลลูริกในสองมิติ

AN EFFICIENT MODIFIED HIERARCHICAL DOMAIN DECOMPOSITION FOR TWO-DIMENSIONAL MAGNETOTELLURIC FORWARD PROBLEMS

ธวัช รุ่งอรุณวรรณ 5036994 SCPY/M

วท.ม. (ฟิสิกส์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : วีระชัย สิริพันธ์วรารณ, Ph.D. (GEOPHYSICS), พิเชษฐ กิจธารา, Ph.D. (ASTROPHYSICS), วิฑูร ชื่นวชิรศิริ, Ph.D. (PHYSICS)

#### บทคัดย่อ

โดเมนทั้งหมดถูกแบ่งเป็นโดเมนย่อยที่มีขนาดเท่ากัน การแบ่งโดเมนอย่างมีลำดับชั้นได้ถูกปรับเปลี่ยนสองอย่างเพื่อให้เหมาะสมกับการแก้ปัญหาไปข้างหน้าของแมกนีโตเทลลูริก ในการแบ่งโดเมนอย่างมีลำดับชั้นตัวแปรถูกแบ่งออกเป็นสามชนิดคือ ตัวแปรภายใน ตัวแปรบนรอยต่อ และตัวแปรบนจุดตัด และโดยอาศัยข้อดีของไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ การปรับเปลี่ยนที่หนึ่งคือการแบ่งรอยต่อออกเป็นรอยต่อในแนวราบและรอยต่อในแนวตั้ง การปรับเปลี่ยนที่สองคือการประยุกต์ใช้การกำหนดสีแดงและดำเพื่อใช้แก้ปัญหาของรอยต่อทั้งในแนวราบและในแนวตั้ง

วิธีที่พัฒนาขึ้นมานี้ถูกนำไปใช้แก้ปัญหาจากแบบจำลองสังเคราะห์และแบบจำลองที่ได้จากการแก้ปัญหาย้อนกลับเพื่อทดสอบความถูกต้อง และเมื่อโดเมนย่อยมีจำนวนเหมาะสม วิธีที่พัฒนาขึ้นมานี้ให้ผลที่ดีกว่าการแก้ปัญหาทั้งโดเมนในแง่ของเวลาและหน่วยความจำที่ใช้ นอกจากนี้วิธีที่พัฒนาขึ้นยังให้ประสิทธิภาพที่ดีขึ้น เมื่อโมเดลมีขนาดใหญ่ จากการที่จำนวนหน่วยความจำที่ใช้สามารถประมาณได้ล่วงหน้าจึงนำไปสู่การเลือกจำนวนโดเมนย่อยที่ให้ผลดีที่สุด ดังนั้นเราจึงสามารถหลีกเลี่ยงการลองผิดลองถูกในการเลือกจำนวนโดเมนย่อยได้ ด้วยเหตุนี้วิธีที่นำเสนอจึงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาสองมิติ และมีศักยภาพที่จะนำไปใช้กับปัญหาสามมิติ