สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบพลวัต และการควบคุม

ธนิต มาลากร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ห้องสมุดเทเวศร์
401016333

คำนำ

หนังสือเล่มนี้ถูกเรียบเรียงขึ้นจากประสบการณ์ของผู้เขียนที่ได้รับจากการสอนรายวิชา 303352 ระบบควบคุมและรายวิชา 305321 ระบบควบคุมสำหรับวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ โดยผู้เขียนเล็งเห็นว่าหนังสือและตำราด้านระบบและการควบคุมที่วางจำหน่ายในท้องตลาดส่วนใหญ่เป็นภาษาต่างประเทศ ซึ่งนอกจากจะมีราคาค่อนข้างสูงแล้ว การเข้าใจในด้านภาษาเป็นอุปสรรคสำคัญของผู้เรียนเป็นส่วนใหญ่ การมีหนังสือและตำราภาษาไทยที่ดีมีคุณภาพจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้มากยิ่งขึ้น จึงเป็นส่วนผลักดันให้ผู้เรียนมีพัฒนาการในด้านการเรียนเพิ่มสูงมากขึ้นอีกด้วย สำหรับเนื้อหาในหนังสือเล่มนี้ถูกแบ่งออกเป็น 10 บทดังนี้

บทที่ 1 นำเสนอแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับระบบพลวัตและการควบคุม ศึกษาแนวทางการสร้างแบบจำลอง อธิบายถึงองค์ประกอบของระบบควบคุม วิธีการจำแนกระบบควบคุมและสาขาต่าง ๆ ในทฤษฎีการควบคุม สำหรับเนื้อหาในหนังสือเล่มนี้มุ่งศึกษาเฉพาะระบบเชิงเส้นไม่แปรตามเวลาเท่านั้น

บทที่ 2 ศึกษาการสร้างแบบจำลองในรูปแบบฟังก์ชันถ่ายโอนโดยใช้ระบบทางกายภาพเป็นกรณีศึกษา ได้แก่ ระบบวงจรไฟฟ้า ระบบวงจรขยายสัญญาณเชิงดำเนินการ (ออปแอมป์) ระบบเชิงกลแบบเลื่อนขนาน ระบบเชิงกลแบบหมุน ระบบไฟฟ้าเชิงกล ระบบการไหลของของเหลว ระบบกำลังของไหล และระบบอุณหภาพ ในตอนท้ายของบทนี้นำเสนอแนวทางการประมาณระบบไม่เชิงเส้นให้เป็นระบบเชิงเส้นตามแนววิถีเชิงปกติหรือแนววิถีสมดุลโดยอาศัยการกระจายอนุกรมเทย์เลอร์

บทที่ 3 ศึกษาการสร้างแบบจำลองในรูปแบบปริภูมิสถานะโดยใช้ระบบทางกายภาพเช่นเดียวกับในบทที่ 2 มาเป็นกรณีศึกษา แบบจำลองในรูปแบบนี้มีความยืดหยุ่นมากกว่าแบบจำลองในรูปแบบฟังก์ชันถ่ายโอน กล่าวคือ สามารถใช้ได้กับระบบไม่เชิงเส้น ระบบเชิงเส้นแปรเปลี่ยนตามเวลา ระบบเชิงเฟ้นสุ่ม ระบบแบบสัญญาณเข้าหลายสัญญาณ-สัญญาณออกหลายสัญญาณ ระบบที่มีพารามิเตอร์แบบกระจาย รวมทั้งระบบที่มีเงื่อนไขเริ่มต้น ในกรณีของระบบเชิงเส้นไม่แปรตามเวลาเมื่อให้เงื่อนไขเริ่มต้นเป็นศูนย์ การบรรยายระบบในรูปแบบฟังก์ชันถ่ายโอนและในรูปแบบปริภูมิสถานะสามารถแปลงจาก

รูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่งได้ หัวข้อสุดท้ายของบทนี้นำเสนอแนวทางการประมาณระบบไม่เชิงเส้นให้เป็นระบบเชิงเส้นตามแนววิถีเชิงปกติหรือแนววิถีสมดุลโดยอาศัยการกระจายอนุกรมเทย์เลอร์หลายตัวแปร

บทที่ 4 นำเสนอวิธีการวาดแผนภาพบล็อกเพื่อใช้แทนระบบ จากนั้นจึงอาศัยวิธีการลดรูปของแผนภาพบล็อกในการรวมระบบย่อยหลายระบบเข้าด้วยกัน หากระบบย่อยทุกระบบถูกบรรยายด้วยฟังก์ชันถ่ายโอน นิยมวาดแทนระบบด้วยกราฟการไหลของสัญญาณและใช้สูตรอัตราขยายของเมสันมาช่วยในการคำนวณหาฟังก์ชันถ่ายโอนรวมของทั้งระบบซึ่งมีความสะดวกและรวดเร็วกว่าวิธีการลดรูปของแผนภาพบล็อก ในบทนี้มีการนำเสนอวิธีการวาดแผนภาพบล็อกและกราฟการไหลของสัญญาณของระบบที่บรรยายในรูปแบบปริภูมิสถานะในรูปแบบบัญญัติชนิดต่าง ๆ ได้แก่ รูปแบบบัญญัติความสามารถควบคุมได้ รูปแบบบัญญัติความสามารถสังเกตได้ รูปแบบบัญญัติจอร์แดนและรูปแบบบัญญัติแนวเส้นทแยงมุม ทั้งนี้ รูปแบบบัญญัติแต่ละชนิดมีความเหมาะสมต่อการออกแบบในแต่ละประเภท เช่น รูปแบบบัญญัติความสามารถควบคุมได้เหมาะสำหรับการออกแบบวิธีการวางขั้ว ส่วนรูปแบบบัญญัติความสามารถสังเกตได้เหมาะสำหรับการออกแบบตัวสังเกตตัวแปรสถานะ

บทที่ 5 ศึกษาเสถียรภาพของระบบพลวัตโดยเริ่มจากการสร้างนิยามของเสถียรภาพ การตรวจสอบเสถียรภาพโดยพิจารณาจากตำแหน่งขั้ววงปิดซึ่งพบว่าการตรวจสอบด้วยวิธีนี้มีความยุ่งยากมากในกรณีของระบบขนาดใหญ่ที่มีอันดับสูง เกณฑ์การตรวจสอบเสถียรภาพของเราท์และของเฮอร์วิทซ์จึงได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยเกณฑ์ของเฮอร์วิทซ์พิจารณาจากตัวกำหนดของไมเนอร์หลักตามแนวเส้นทแยงมุมของเมทริกซ์ H ที่สมนัยกับพหุนาม $Q(s)$ ที่ต้องการตรวจสอบ ในขณะที่เกณฑ์ของเราท์พิจารณาการเปลี่ยนเครื่องหมายของสมาชิกในแนวตั้งแรกของตารางของเราท์ หากระบบถูกบรรยายในรูปแบบปริภูมิสถานะ การตรวจสอบเสถียรภาพยังคงใช้หลักการเดิมหากแต่เปลี่ยนจากพิจารณาที่ "ขั้ววงปิด" มาเป็น "ค่าลักษณะเฉพาะ" ของระบบแทน

บทที่ 6 ศึกษาผลตอบสนองเชิงเวลาสำหรับระบบพลวัตที่มีเสถียรภาพ สำหรับระบบอันดับสอง ค่าอัตราส่วนความหน่วง ζ มีผลต่อลักษณะของผลตอบสนอง ถ้า $0 < \zeta < 1$ ระบบจะตอบสนองไวผลตอบสนองมีการแกว่งกวัดแต่ลู่เข้าสู่ค่าใดค่าหนึ่งซึ่งเป็นระบบที่น่าสนใจ สำหรับพารามิเตอร์สำคัญของระบบดังกล่าวมี 4 ค่า ได้แก่ เวลาขึ้น เวลาสูงสุด ค่าพุ่งสูงสุดและเวลาสู่สมดุล เมื่อพิจารณาผลตอบสนองที่สภาวะคงตัวพบว่า **ชนิดของระบบ (system type)** เป็นตัวบ่งชี้ว่าระบบจะเกิดค่าผิดพลาดที่สภาวะคงตัวเมื่อป้อนสัญญาณชนิดใดเข้าสู่ระบบ จากการศึกษาพบว่า ถ้าเพิ่มชนิดให้กับระบบมากขึ้นจะทำให้ระบบมีความคงทนต่อสัญญาณเข้าได้มากขึ้นแต่ความสามารถในการรักษาเสถียรภาพของระบบลดลง ดังนั้น ชนิดของระบบที่นิยมเลือกใช้คือ ชนิด 0, 1 และ 2

บทที่ 7 ศึกษาผลตอบสนองเชิงความถี่ของระบบพลวัตที่มีเสถียรภาพโดยอาศัยวิธีเชิงกราฟ เนื้อหาในบทนี้เริ่มจากการสร้างนิยามของฟังก์ชันถ่ายโอนรูปไซน์ $G(j\omega)$ จากนั้นจึงนำ $G(j\omega)$ มา

วาดแผนภาพโบเด แผนภาพเชิงขั้วและแผนภาพนิโคลส์ โดยแผนภาพทั้งสามมีบทบาทสำคัญต่อการวิเคราะห์ผลตอบสนองเชิงความถี่ดังนี้ (1) การใช้แผนภาพเชิงขั้วร่วมกับวงกลม M และวงกลม N ทำให้ทราบขนาดและเฟสของผลตอบสนองเชิงความถี่ของระบบป้อนกลับ (2) นำแผนภาพเชิงขั้วมาวาดแผนภาพในควิสต์แล้วนำมาประยุกต์ร่วมกับเกณฑ์เสถียรภาพของไนควิสต์ทำให้ทราบถึงการมีเสถียรภาพของระบบป้อนกลับ (3) การใช้แผนภาพนิโคลส์ร่วมกับแผนภูมินิโคลส์จะบ่งบอกถึงค่ายอดเรโซแนนซ์ ความถี่เรโซแนนซ์และแบนด์วิดท์ของผลตอบสนองเชิงความถี่ และ (4) การใช้แผนภาพโบเดมาใช้ในการพิจารณาขอบเฟสและขอบอัตราขยายซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงเสถียรภาพสัมพัทธ์ของระบบ

บทที่ 8 นำเสนอแนวทางการวาดเส้นทางเดินรากซึ่งเป็นวิธีเชิงกราฟที่ใช้ตรวจสอบแนวทางการเคลื่อนที่ของขั้ววงปิดเมื่อมีการแปรค่าอัตราขยายจึงช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถเลือกอัตราขยายที่เหมาะสมเพื่อให้ระบบมีผลตอบสนองเป็นไปตามที่ผู้ออกแบบต้องการ เส้นทางเดินรากนิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการหาตัวชดเชยแบบนำหน้าซึ่งจะศึกษาในบทที่ 9

บทที่ 9 ศึกษาวิธีการออกแบบตัวชดเชยแบบนำหน้า แบบล้าหลังและแบบนำหน้า-ล้าหลังโดยใช้วิธีการปรับเส้นทางเดินรากหากโจทย์ระบุข้อกำหนดที่ต้องการอยู่ในโดเมนเวลา เช่น เวลาขึ้น เวลาสูงสุด ค่าพุ่งสูงสุด หากโจทย์ระบุข้อกำหนดอยู่ในโดเมนความถี่ เช่น แบนด์วิดท์ ขอบอัตราขยาย ขอบเฟส นิยมออกแบบตัวชดเชยโดยใช้วิธีการปรับแผนภาพโบเด ทั้งนี้ ตัวชดเชยแบบนำหน้าช่วยปรับแก้ผลตอบสนองชั่วครู่ให้ไวขึ้น ลดค่าพุ่งสูงสุด เพิ่มแบนด์วิดท์ ในขณะที่ตัวชดเชยแบบล้าหลังช่วยปรับแก้ผลตอบสนองที่สภาวะคงตัวโดยทำหน้าที่ลดค่าผิดพลาดที่สภาวะคงตัวแต่อาจทำให้ผลตอบสนองช้าลง หากต้องการปรับแก้ทั้งผลตอบสนองชั่วครู่และผลตอบสนองที่สภาวะคงตัว นิยมเลือกใช้ตัวชดเชยแบบนำหน้า-ล้าหลัง หัวข้อสุดท้ายศึกษาวิธีการออกแบบตัวควบคุมแบบพีไอดีโดยอาศัยข้อมูลจากผลตอบสนองของระบบโดยได้นำเสนอทั้งสูตรของ Ziegler-Nichols สูตรของ Chien-Hrones-Reswick และสูตรของ Cohen-Coon

บทที่ 10 แนะนำระบบควบคุมในเวลาวิยุต การแทนตัวควบคุมเชิงแอนะล็อกด้วยตัวควบคุมเชิงดิจิทัลโดยอาศัยอุปกรณ์การชักตัวอย่างร่วมกับอุปกรณ์คงค่า ศึกษาการสร้างแบบจำลองของอุปกรณ์การชักตัวอย่างและอุปกรณ์คงค่าซึ่งในที่นี้เลือกใช้อุปกรณ์ ZOH ศึกษาแบบจำลองของระบบการชักตัวอย่างข้อมูลทั้งในรูปแบบของฟังก์ชันถ่ายโอนแบบพัลส์และในรูปแบบปริภูมิสถานะ การใช้ตัวดำเนินการดอกจันร่วมกับการลดรูปของแผนภาพบล็อกมาช่วยในการคำนวณหาฟังก์ชันถ่ายโอนแบบพัลส์ของระบบขนาดใหญ่ หัวข้อสุดท้ายนำเสนอการวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบในเวลาวิยุตโดยใช้วิธีการแปลงเชิงเส้นคู่ร่วมกับเกณฑ์เสถียรภาพของเราท์

หนังสือเล่มนี้เหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นตำราให้กับนิสิตและนักศึกษาในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมเคมี และวิศวกรรมอุตสาหการ เนื่องจากผู้เขียนได้พยายามเรียบเรียงเพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาในรายวิชา Automatic Control, Control Systems, Modelling and Control

Systems และ Process Dynamics and Control ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาตามข้อบังคับของสภาวิศวกร สำหรับนิสิตและนักศึกษาในสาขาอื่นสามารถเลือกใช้หนังสือเล่มนี้เป็นหนังสืออ่านประกอบเพื่อเสริมความรู้เกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองของระบบและหลักการควบคุมพื้นฐานให้มากยิ่งขึ้น

หนังสือเล่มนี้ยังสามารถใช้เป็นหนังสืออ้างอิงสำหรับนักวิจัยหรือใช้เป็นหนังสืออ่านทบทวนเพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาได้เป็นอย่างดี บุคคลทั่วไปสามารถทำความเข้าใจในเนื้อหาของหนังสือเล่มนี้ได้โดยไม่ยากนัก เนื่องจากผู้เขียนได้เรียบเรียงเพื่อให้ผู้อ่านสามารถศึกษาและทำความเข้าใจได้ด้วยตนเอง มีการนำเสนอเนื้อหาอย่างละเอียดพร้อมมีภาพประกอบเนื้อหาเพื่อช่วยให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ตลอดจนมีแบบฝึกหัดในตอนท้ายของแต่ละบทเพื่อช่วยเสริมทักษะในการแก้ปัญหาอีกด้วย ในการเรียบเรียงหนังสือเล่มนี้ผู้เขียนเลือกใช้โปรแกรม XeLaTeX ในการเรียงพิมพ์และจัดรูปเล่มและใช้โปรแกรม Microsoft Visio ในการสร้างภาพประกอบเนื้อหา ศัพท์เทคนิคที่ใช้ในหนังสือเล่มนี้ใช้การอ้างอิงจากเว็บไซต์ศัพท์บัญญัติของราชบัณฑิตยสถานเป็นหลัก

การเรียบเรียงหนังสือเล่มนี้ไม่อาจสำเร็จลงได้หากปราศจากแรงสนับสนุนจาก ดร.ธนภัทร เอี่ยมตาล ที่คอยช่วยเหลือในทุกด้านพร้อมทั้งให้กำลังใจอยู่เสมอจนทำให้การเรียบเรียงหนังสือเล่มนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี คุณความดีของหนังสือเล่มนี้ผู้เขียนขอมอบแด่พ่อ แม่ ย่า ป้า และอา ที่ได้อบรมสั่งสอนมาตั้งแต่เยาว์วัย ให้คำแนะนำที่ดีเยี่ยมและให้การสนับสนุนอย่างเต็มที่ในทุกด้านอย่างเต็มใจเสมอมา รวมทั้งมอบความรักความอบอุ่นให้กับผู้เขียนอยู่โดยตลอด สำหรับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในหนังสือเล่มนี้ ผู้เขียนต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ หากผู้อ่านพบเห็นสิ่งที่ขาดตกบกพร่องหรือมีข้อเสนอแนะประการใดกรุณาแจ้งกลับมายังผู้เขียนเพื่อปรับปรุงแก้ไขในการจัดพิมพ์ครั้งถัดไปเพื่อให้ได้หนังสือที่มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น สุดท้ายนี้ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อนิสิตนักศึกษา ตลอดจนผู้ที่สนใจทั่วไปไม่มากก็น้อย

รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิต มาลากร

กุมภาพันธ์ 2561

สำหรับเพื่อการใช้งานในห้องเรียนเท่านั้น

สารบัญ

หน้า

คำนำ

สารบัญ

บทที่ 1 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับระบบพลวัตและการควบคุม 1

1.1 แนวทางการสร้างแบบจำลอง 2

1.2 องค์ประกอบของระบบควบคุม 6

1.3 การจำแนกระบบควบคุม 8

1.4 สาขาต่าง ๆ ในทฤษฎีการควบคุม 18

1.5 สรุปเนื้อหาประจำบท 25

บทที่ 2 แบบจำลองในรูปแบบฟังก์ชันถ่ายโอน 29

2.1 การสร้างแบบจำลองในรูปแบบฟังก์ชันถ่ายโอน 30

2.2 ระบบวงจรไฟฟ้า 34

2.3 ระบบวงจรขยายสัญญาณเชิงดำเนินการ 43

2.4 ระบบเชิงกลแบบเลื่อนขนาน 48

2.5 ระบบเชิงกลแบบหมุน 57

2.6 ระบบไฟฟ้าเชิงกล 65

2.7 ระบบการไหลของของเหลว 71

2.8 ระบบกำลังของไหล 78

2.9 ระบบอุณหภาพ 85

2.10 การทำให้เป็นเชิงเส้น 94

2.11 สรุปเนื้อหาประจำบท 104

บทที่ 3 แบบจำลองในรูปแบบปริภูมิสถานะ 121

3.1 การสร้างแบบจำลองในรูปแบบปริภูมิสถานะ 122

3.2 ระบบวงจรไฟฟ้าและวงจรออปแอมป์ 128

3.3 ระบบเชิงกลแบบเลื่อนขนานและแบบหมุน 134

" สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ห้ามใช้อ้างอิงในเชิงพาณิชย์ "

3.4 ระบบการไหลของของเหลวและระบบกำลังของไหล 142
3.5 ระบบอุณหภาพ 147
3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างฟังก์ชันถ่ายโอนและปริภูมิสถานะ 150
3.7 การทำให้เป็นเชิงเส้น 160
3.8 สรุปเนื้อหาประจำบท 170

บทที่ 4 แผนภาพบล็อกและกราฟการไหลของสัญญาณ **185**
4.1 แผนภาพบล็อกสำหรับแบบจำลองในรูปแบบฟังก์ชันถ่ายโอน 186
4.2 แผนภาพบล็อกสำหรับแบบจำลองในรูปแบบปริภูมิสถานะ 203
4.3 กราฟการไหลของสัญญาณ 217
4.4 สรุปเนื้อหาประจำบท 226

บทที่ 5 เสถียรภาพของระบบพลวัต **239**
5.1 เสถียรภาพ 240
5.2 การตรวจสอบเสถียรภาพของระบบ 251
5.3 เสถียรภาพของระบบที่บรรยายในรูปแบบปริภูมิสถานะ 280
5.4 สรุปเนื้อหาประจำบท 285

บทที่ 6 ผลตอบสนองเชิงเวลาของระบบพลวัต **293**
6.1 ผลตอบสนองขั้วคู่ 295
6.2 ผลตอบสนองที่สภาวะคงตัว 323
6.3 สรุปเนื้อหาประจำบท 349

บทที่ 7 ผลตอบสนองเชิงความถี่ของระบบพลวัต **359**
7.1 ผลตอบสนองเชิงความถี่และคุณลักษณะที่สำคัญ 361
7.2 แผนภาพโบเด 372
7.3 แผนภาพเชิงขั้ว 395
7.4 เกณฑ์เสถียรภาพของไนควิสต์ 409
7.5 เสถียรภาพสัมพัทธ์ 425
7.6 วงกลม M วงกลม N และแผนภูมินิโคลส์ 433
7.7 สรุปเนื้อหาประจำบท 444

บทที่ 8 เส้นทางเดินราก **453**
8.1 แนวคิดพื้นฐาน 454
8.2 หลักเกณฑ์การวาดแบบร่างเส้นทางเดินราก 456
8.3 ตัวอย่างการวาดแบบร่างเส้นทางเดินราก 470
8.4 เส้นทางเดินรากของระบบที่ไม่อยู่ในรูป $KP(s)/Q(s)$ 487

"สำนักวิทยบริการฯ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย"

8.5 สรุปเนื้อหาประจำบท 490

บทที่ 9 การออกแบบตัวควบคุมในรูปแบบฟังก์ชันถ่ายโอน **497**

9.1 ตัวชดเชยแบบนำหน้า 499
9.2 ตัวชดเชยแบบล้าหลัง 519
9.3 ตัวชดเชยแบบนำหน้า-ล้าหลัง 536
9.4 ตัวควบคุมแบบพีไอดี 560
9.5 สรุปเนื้อหาประจำบท 574

บทที่ 10 แนะนำระบบควบคุมในเวลาวิยุต **579**

10.1 ตัวแปลง A/D และตัวแปลง D/A 580
10.2 แบบจำลองของตัวควบคุมเชิงดิจิทัล 583
10.3 แบบจำลองของระบบการชักตัวอย่างข้อมูล 588
10.4 การหาฟังก์ชันถ่ายโอนแบบพัลส์ของระบบขนาดใหญ่ 601
10.5 เสถียรภาพ 606
10.6 สรุปเนื้อหาประจำบท 608

บรรณานุกรม **613**

ดรรชนี **615**

" สำหรับเพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามมิ

สามารถยืมและติดตามหนังสือใหม่ได้ที่ ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ Walai Autolib

http://lib.rmutp.ac.th/catalog/BibItem.aspx?BibID=b00104492

Add suggest friends

Multi view View map

ระบบพลวัตและการควบคุม = Dynamic systems and control / ธนิต มาลากร.

Author	ธนิต มาลากร
Published	กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2561
Edition	พิมพ์ครั้งที่ 1
Detail	623 หน้า : ภาพประกอบ ; 26 ซม
Subject	พลศาสตร์(+) แบบจำลองทางวิศวกรรม(+) ทฤษฎีการควบคุม(+) การควบคุมทางพลศาสตร์ที่เหมาะสม(+)
ISBN	9789740337652
ประเภทแหล่งที่มา	Book

" สำหรับเพื่อการศึกษาและอ้างอิงเท่านั้น "