

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การสร้างตัวแบบระบบปรับตัวแบบซับซ้อนโดยใช้วิธีเชิงพีชคณิต

ผู้เขียน นายพร้อมพงศ์ สุกันสีล

ปริญญา วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสมอแข สมหอม

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วชิร จำปามูล

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ดร. นที ทองศิริ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์คือการออกแบบกรอบเชิงรูปนัย ที่สามารถจำลองระบบปรับตัวได้เชิงซับซ้อน เนื่องจากคุณลักษณะของระบบปรับตัวได้เชิงซับซ้อนต้องการทั้งสมบัติแบบบนลงล่าง และสมบัติแบบล่างขึ้นบนของกลวิธีการจำลอง เช่น สมบัติผุดบังเกิดและการปรับตัว แต่กลวิธีการจำลองแบบดั้งเดิมสนใจเพียงบางแง่มุมของระบบ จึงทำให้แบบจำลองที่ได้ไม่สามารถจำลองได้ทุกแง่มุมของระบบ

กลวิธีที่น่าสนใจมีพื้นฐานตั้งอยู่บนกลวิธีที่ใช้สถาปัตยกรรมของพีชคณิต เนื่องจากระบบปรับตัวได้เชิงซับซ้อนสามารถพิจารณาให้อยู่ในรูปของโครงสร้างเชิงลำดับชั้นได้ ดังนั้นแต่ละลำดับชั้นจึงสามารถถูกแทนได้โดยองค์ประกอบที่มีลักษณะของพีชคณิต นอกเหนือจากนี้ องค์ประกอบสามารถถูกออกแบบให้ซ้อนทับกันเพื่อสร้างลำดับชั้นของโครงสร้างของระบบ

ปรับตัวได้เชิงซับซ้อน องค์ประกอบประกอบด้วย 2 ส่วนคือ เขตของหน่วยย่อยและการดำเนินการที่นิยามบนเขตของหน่วยย่อย เช่นเดียวกับพีชคณิต หน่วยย่อยขั้นมูลฐานคือเขตของความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติที่ถูกนิยามไว้ก่อน และปริมาณของสมบัติ นอกเหนือจากนี้ หน่วยย่อยสามารถประสานงานกันเพื่อสร้างหน่วยย่อยที่มีความซับซ้อนมากกว่าได้ อนึ่ง หลักคิดแบบการประกอบได้ถูกใช้เพื่อช่วยในการออกแบบระบบโดยการระบุการไหลของข้อมูลระหว่างหน่วย การดำเนินการขององค์ประกอบคือการแปลงสภาพหน่วยย่อย ในแต่ละช่วงเวลา โอกาสที่การดำเนินงานหนึ่งจะถูกเลือกถูกกำหนดโดยฟังก์ชันความน่าจะเป็น ดังนั้น การปรับตัวจึงสามารถถูกนิยามโดยใช้การปรับเปลี่ยนฟังก์ชันการเลือกการดำเนินการ

กลวิธีที่นำเสนอได้ถูกนำไปใช้กับกรณีศึกษาหลายชนิดเพื่อแสดงให้เห็นถึงคุณค่าของกลวิธี กรณีศึกษาแรกคือตัวหมากรุกหมากรุก วัตถุประสงค์ของกรณีศึกษานี้คือการแสดงให้เห็นถึงวิธีการนิยามองค์ประกอบและลำดับชั้นของระบบปรับตัวได้เชิงซับซ้อน โดยที่ลำดับชั้นมีการแยกกระดานการตัดสินใจให้อยู่ในระดับชั้นที่สูงกว่า กรณีศึกษาต่อมาคือห่วงโซ่อุปทานที่แสดงให้เห็นถึงการไหลของวัสดุในเครือข่าย ผลลัพธ์ของกรณีศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าผู้ออกแบบสามารถมุ่งความสนใจไปที่ชั้นของระบบอย่างเป็นเอกเทศ กรณีศึกษาที่ 3 คือขั้นตอนเชิงพันธุกรรมที่ถูกนิยามเป็น 2 ลำดับชั้น เพื่อที่จะรักษาความหมายของระบบ กรณีศึกษาที่ 4 เป็นรูปทรงเชิงเรขาคณิตสำหรับกรณีศึกษานี้ ใช้รูปทรง 2 ชนิดคือ ทรงกระบอกและแถบเมอบีอุส แนวคิดแบบลำดับชั้นแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถนำไปใช้เพื่อการใช้ซ้ำ และการแยกความซับซ้อนของระบบ องค์ประกอบขั้นพื้นฐานของรูปทรงคือพื้นผิวที่สามารถปรับให้ซับซ้อนมากขึ้น หรือน้อยลง กรณีศึกษาสุดท้ายคือโครงข่ายประสาทเทียม โดยพิจารณาว่านิรอรคือหน่วยทำงานขั้นพื้นฐานเพื่อที่จะแสดงการออกแบบแบบลำดับชั้น และการปรับตัว จากการทดลอง กลวิธีการออกแบบระบบเชิงพีชคณิตสามารถช่วยยกระดับการจำลองระบบปรับตัวได้เชิงซับซ้อน โดยใช้การออกแบบเชิงลำดับชั้น

Thesis Title	Modeling Complex Adaptive System Using Algebraic Method	
Author	Mr. Prompong Sugunnasil	
Degree	Doctor of Philosophy (Computer Science)	
Thesis Advisory Committee	Asst. Prof. Dr. Samerkae Somhom	Advisor
	Asst. Prof. Dr. Watcharee Jumpamule	Co-advisor
	Dr. Natee Tongsir	Co-advisor

ABSTRACT

The aim of this work is to design a formal framework that is capable of modeling complex adaptive systems. The characteristics of the complex adaptive system require both the top-down properties and the bottom-up properties of the modeling framework, for example, the emergent properties and the adaptation. However, existing methods focus on a single aspect of the system. Consequently, the result model could not encapsulate all of the aspects.

The proposed modeling method is based on a method exploiting the architecture of the algebra. Since a complex adaptive system could be regarded as a hierarchical structure, each layer of the system could be depicted by an algebra-liked component. Components could be built on top of each other and formed a hierarchy of structure of a complex adaptive system. Similar to the algebra, a component consists of two parts: a set of constructs and its operation. The primary construct is a collection of properties and their quantities. Moreover, the constructs could integrate with each other to form a more complex entity in a higher-level component. Furthermore, a concept of composition is used to facilitate the design by indicating the flow of information between entities. The operation is a transformation of the construct. For each time step, the chance of an operation of an entity being chosen is given by a probabilities function. As a consequence, the adaptability is depicted by the adjustment of the selective function.

The method is applied to several case studies in order to demonstrate the value of the method. Firstly, a chess piece, a knight, is used to demonstrate the formulation of a component. Moreover, the hierarchy of the system is depicted by a game of chess, which allows the decision to be made in a higher level. Secondly, the

application of composition is illustrated by a supply chain. The result model indicates that the designer could focus on any specific layers. Thirdly, a genetic algorithm is composed using a two-level component to preserve the correct behaviors. In another case study for composited entities, a cylinder and a Mobius, the application of high-level component shows that the proposed method could provide the reusability and the separation of complexity. The entities compose of surfaces, which could be used to construct both entities and could be made *coarser*, or *finer*. Finally, the methodology is applied to the artificial neural network by considering the neuron as the primary construct in order to demonstrate the hierarchical design and the adaption of entities. In our experiments, the algebraic system modeling is able to leverage the modeling of the complex adaptive system by hierarchical design.