

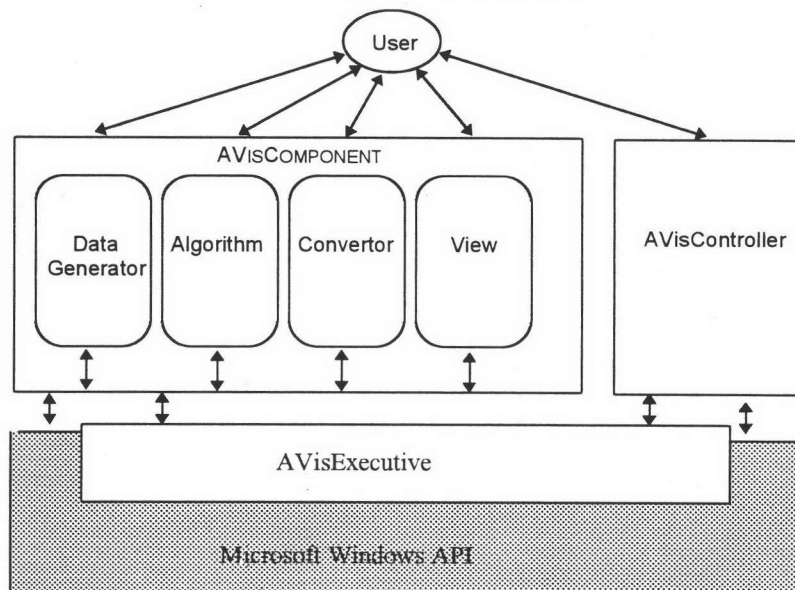
4. การพัฒนาองค์ประกอบการจินตทัศน์

จากบทที่แล้วได้กล่าวถึงการสร้างบทการจินตทัศน์อัลกอริทึมบนระบบ AVis โดยผู้ใช้ปลายทางไปใช้ในการศึกษาการทำงานของอัลกอริทึมต่างๆ ซึ่งจะพบว่าในการสร้างบทการจินตทัศน์อัลกอริทึมนั้น สิ่งสำคัญที่สุดที่ต้องมีอยู่เสมอคือองค์ประกอบการจินตทัศน์ ทั้งนี้เพราะหากไม่มีองค์ประกอบการจินตทัศน์ที่เหมาะสมแล้ว ผู้ใช้ปลายทางก็ไม่อาจสร้างการจินตทัศน์อัลกอริทึมที่ตัวเองต้องการได้

ในระบบ AVis นักพัฒนาโปรแกรมที่เป็นผู้สร้างองค์ประกอบการจินตทัศน์จะถูกเรียกว่า "ผู้พัฒนาองค์ประกอบการจินตทัศน์" โดยผู้พัฒนาองค์ประกอบการจินตทัศน์จะต้องสร้างองค์ประกอบการจินตทัศน์ซึ่งอยู่ในรูปของโปรแกรมที่ทำงานบนระบบไมโครซอฟต์วินโดวส์ ตามข้อกำหนดบางประการที่ AVis กำหนดขึ้นเพื่อให้้องค์ประกอบการจินตทัศน์ที่พัฒนาขึ้นทำงานร่วมกับส่วนประกอบอื่นในระบบ AVis ได้ ดังนั้นในบทนี้เราจะกล่าวถึงข้อกำหนดต่างๆ เหล่านี้รวมถึงแนวคิดในการพัฒนาองค์ประกอบการจินตทัศน์ เพื่อให้ผู้พัฒนาองค์ประกอบการจินตทัศน์สร้างองค์ประกอบการจินตทัศน์ที่สามารถทำงานบนระบบ AVis ได้ เพื่อให้ผู้ใช้ปลายทางนำองค์ประกอบเหล่านี้ไปใช้ในการสร้างการจินตทัศน์ต่อไป

4.1 โครงสร้างของระบบ AVis ในขณะทำการจินตทัศน์

ในการจินตทัศน์อัลกอริทึมนั้น นอกจากองค์ประกอบการจินตทัศน์แล้วยังจะต้องมีส่วนประกอบอื่นๆ ของระบบ AVis ซึ่งจะต้องทำงานประสานกันเพื่อให้เกิดเป็นการจินตทัศน์อัลกอริทึมที่สมบูรณ์ขึ้น ในรูปที่ 4.1 จะแสดงโครงสร้างและส่วนประกอบของระบบ AVis ในขณะทำการจินตทัศน์



รูปที่ 4.1 โครงสร้างและความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่างๆ ของ AVis

จากรูปจะพบว่าส่วนประกอบที่จะต้องทำงานร่วมกันเพื่อให้เกิดเป็นการจินตทัศน์ได้แก่

1. หน่วยบริหารการจินตทัศน์ (AVisExecutive) เป็นแกนกลางสำหรับการจินตทัศน์ ส่วนนี้ให้บริการงานต่างๆ ได้แก่ การประสานจังหวะการทำงานขององค์ประกอบต่างๆ ในระบบ การส่ง

ผ่านข้อความคำสั่งต่างๆในระบบ การให้บริการการสอบถามข้อมูลต่างๆของสภาพการทำงาน และการจัดการความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในระบบ เมื่อทำการติดตั้ง AVIS ลงในระบบ คอมพิวเตอร์แล้วหน่วยบริหารการเงินตทัศน์ จะจัดเก็บอยู่ในแฟ้ม AVISDLL.DLL

2. **โปรแกรมควบคุมการเงินตทัศน์ (AVISController)** คือส่วนควบคุมและสั่งงานการเงินตทัศน์ ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ติดต่อประสานงานกับผู้ใช้โดยตรง เพื่อคอยรับคำสั่งที่ใช้ควบคุมการเงินตทัศน์ ตามที่กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3
3. **องค์ประกอบการเงินตทัศน์ (AVISComponent)**

4.2 โครงสร้างของโปรแกรมขององค์ประกอบการเงินตทัศน์

ในมุมมองของการพัฒนาองค์ประกอบการเงินตทัศน์ เราจะแบ่งโปรแกรมขององค์ประกอบออกเป็นสองส่วนได้แก่

1. **ส่วนทำงาน** เป็นส่วนของโปรแกรมขององค์ประกอบการเงินตทัศน์ที่ใช้ในการทำงานภายในตัวองค์ประกอบเพื่อให้เกิดการทำงานตามที่ผู้พัฒนาองค์ประกอบต้องการ ตัวอย่างของส่วนทำงานได้แก่ ส่วนแสดงภาพกราฟฟิกขององค์ประกอบแสดงผล หรือส่วนสร้างตัวเลขแบบสุ่มของตัวสร้างข้อมูล
2. **ส่วนติดต่อประสานงาน** เป็นส่วนของโปรแกรมซึ่งจะทำหน้าที่ติดต่อประสานงานระหว่างองค์ประกอบการเงินตทัศน์กับส่วนประกอบอื่นๆในการเงินตทัศน์ เช่น โปรแกรมควบคุมการเงินตทัศน์ แกนกลางของระบบ หรือกับองค์ประกอบการเงินตทัศน์อื่นๆ

ในการพัฒนาโปรแกรมส่วนทำงานนั้น วิธีการพัฒนาจะขึ้นอยู่กับตัวผู้พัฒนาองค์ประกอบการเงินตทัศน์เอง ทั้งนี้เพราะเป็นการทำงานที่ไม่เกี่ยวข้องกับระบบ AVIS แต่ในการพัฒนาโปรแกรมส่วนที่สองนั้นผู้พัฒนาจะต้องทำตามข้อกำหนดต่างๆของ AVIS อย่างเคร่งครัดเพื่อให้องค์ประกอบที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้งานในระบบ AVIS ได้อย่างราบรื่น ดังนั้นเนื้อหาในบทนี้ทั้งหมดจึงจะกล่าวถึงข้อกำหนดต่างๆ รวมถึงวิธีการพัฒนาองค์ประกอบการเงินตทัศน์ของระบบ AVIS

4.3 การติดต่อประสานงานขององค์ประกอบการเงินตทัศน์

เมื่อองค์ประกอบการเงินตทัศน์หนึ่งๆถูกเรียกมาทำงานในระบบ AVIS องค์ประกอบเหล่านี้จะต้องมีการติดต่อประสานงานกับส่วนประกอบอื่นๆในระบบ เพื่อทำให้เกิดการเงินตทัศน์อัลกอริทึมขึ้นตามความสัมพันธ์ที่ผู้ใช้ปลายทางได้กำหนดไว้แล้วในขณะออกแบบบทการเงินตทัศน์ การติดต่อประสานงานของส่วนประกอบเหล่านี้จะทำการติดต่อกันโดยใช้ข้อความคำสั่ง (message) ซึ่งผู้พัฒนาองค์ประกอบจะต้องพัฒนาส่วนของโปรแกรมเพื่อตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่ตนสนใจ โดย AVIS ได้แบ่งข้อความคำสั่งออกเป็นประเภทย่อยๆ ตามจุดมุ่งหมายของข้อความคำสั่งดังนี้

1. **ข้อความคำสั่งควบคุมการทำงาน (control messages)** จะเป็นข้อความคำสั่งที่หน่วยบริหารการเงินตทัศน์ส่งไปให้องค์ประกอบการเงินตทัศน์ในระบบเพื่อควบคุมการทำงานขององค์ประกอบให้สอดคล้องกัน ดังนั้นองค์ประกอบการเงินตทัศน์จะต้องทำตามข้อความคำสั่งควบคุมการทำงานที่ได้รับอย่างเคร่งครัด

2. **ข้อความคำสั่งขององค์ประกอบ** (component messages) ข้อความคำสั่งชนิดนี้เป็นข้อความคำสั่งที่องค์ประกอบการจินตทัศน์ใช้ติดต่อกันเองเพื่อทำการขอข้อมูลและแสดงผลการทำงาน ข้อความคำสั่งชนิดนี้สามารถแบ่งเป็นประเภทย่อยๆได้สองประเภทได้แก่ (1)ข้อความคำสั่งขอข้อมูล (Input Request messages) และ (2)ข้อความคำสั่งแสดงผล (Output messages)
3. **ข้อความคำสั่งตั้งค่า** (configuration messages) จะถูกส่งออกมาจากโปรแกรมควบคุมการจินตทัศน์เพื่อตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆขององค์ประกอบ โดยทั่วไปข้อความคำสั่งชนิดนี้จะถูกส่งมาให้องค์ประกอบก่อนที่จะเริ่มการจินตทัศน์เพื่อทำการตั้งค่าพารามิเตอร์ขององค์ประกอบตามที่ผู้ใช้ปลายทางกำหนดไว้ในขณะออกแบบการจินตทัศน์ อย่างไรก็ตามข้อความคำสั่งตั้งค่าอาจถูกส่งออกมาหลังจากการเริ่มการจินตทัศน์แล้วก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโปรแกรมควบคุมการจินตทัศน์

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะพบว่าหัวใจหลักของการติดต่อประสานงานระหว่างองค์ประกอบการจินตทัศน์และส่วนประกอบอื่นๆในระบบคือ การรับและส่งข้อความคำสั่ง เมื่อมีการนำ AVis มาพัฒนาใช้งานบนระบบวินโดวส์จึงได้มีการออกแบบให้การรับและส่งข้อความของ AVis ทำงานโดยใช้ความสามารถในด้านการรับและส่งข้อความคำสั่งของวินโดวส์ (Windows message handling) มาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดย AVis จะแทนข้อความคำสั่งทั้งสามประเภทนี้ด้วยข้อความคำสั่งของวินโดวส์ที่แตกต่างกัน จากนั้นจะใช้ฟังก์ชันและกลไกในการรับและส่งข้อความคำสั่งของวินโดวส์ประกอบเข้ากับข้อความคำสั่งของ AVis เพื่อทำให้เกิดการติดต่อประสานงานระหว่างองค์ประกอบกับส่วนประกอบอื่นๆในระบบได้

4.3.1 ข้อความคำสั่งควบคุมการทำงาน

หน่วยบริหารการจินตทัศน์ของระบบ AVis เป็นแหล่งหนึ่งที่จะส่งข้อความคำสั่งมาให้แก่องค์ประกอบการจินตทัศน์ เพื่อแจ้งให้องค์ประกอบทราบว่ามีเหตุการณ์บางอย่างเกิดขึ้นกับการจินตทัศน์ และระบบต้องการให้องค์ประกอบตอบสนองต่อเหตุการณ์นั้นๆ ซึ่งเหตุการณ์ที่หน่วยบริหารการจินตทัศน์จะแจ้งให้องค์ประกอบทราบมีอยู่สามเหตุการณ์เรียงตามลำดับก่อนและหลังของเหตุการณ์ดังนี้

1. **เริ่มการจินตทัศน์** (Begin Algorithm Visualization Session) จะเกิดขึ้นเมื่อผู้สั่งให้ระบบเริ่มการจินตทัศน์ผ่านโปรแกรมควบคุมการจินตทัศน์ เมื่อองค์ประกอบการจินตทัศน์ใดได้รับการแจ้งถึงเหตุการณ์นี้ องค์ประกอบนั้นควรจะเตรียมตัวให้พร้อมที่จะเริ่มทำการจินตทัศน์ เช่น อาจจะทำการตั้งค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรของโปรแกรม หรือส่วนแสดงผลอาจทำการลบจอภาพเพื่อให้พร้อมที่จะแสดงผลการจินตทัศน์ครั้งใหม่
2. **เริ่มการทำงานของอัลกอริทึม** (Begin Algorithm) หลังจากที่ระบบแจ้งให้องค์ประกอบการจินตทัศน์ทั้งหมดทราบแล้วว่าการจินตทัศน์ได้เริ่มขึ้นแล้ว ระบบจะส่งให้องค์ประกอบอัลกอริทึมเริ่มทำงาน ดังนั้นเมื่อได้รับคำสั่งนี้้องค์ประกอบอัลกอริทึมทั้งหมดในการจินตทัศน์ควรจะเริ่มทำงานทันที
3. **จบการจินตทัศน์** (End Alogorithm Visualization Session) หลังจากที่องค์ประกอบอัลกอริทึมทุกองค์ประกอบทำงานเสร็จแล้ว หรือผู้สั่งให้ระบบยุติการจินตทัศน์ (reset) ผ่านทางโปรแกรมควบคุมการจินตทัศน์ ระบบจะส่งข้อความคำสั่งนี้เพื่อแจ้งต่อองค์ประกอบการจินต

ทัศน์ทั้งหมดที่อยู่ในการจินตทัศน์ว่าการจินตทัศน์ได้เสร็จสิ้นลงแล้ว เพื่อให้องค์ประกอบการจินตทัศน์ยกเลิกการตั้งค่าต่างๆที่ได้ทำไว้เมื่อได้รับเหตุการณ์เริ่มการจินตทัศน์

ในการจินตทัศน์อัลกอริทึมหนึ่งๆไม่จำเป็นต้องเกิดเหตุการณ์ทั้งสามขึ้นเพียงครั้งเดียว ทั้งนี้เพราะผู้ใช้ อาจสั่งให้ระบบทำการจินตทัศน์หลายๆครั้งก็ได้ ดังนั้นผู้พัฒนาองค์ประกอบจึงต้องพัฒนาองค์ประกอบการจินตทัศน์ให้สามารถทำงานซ้ำๆกันหลายๆรอบได้ โดยให้เหตุการณ์ทั้งสามเป็นจุดเริ่มในการตั้งค่าและยกเลิกการตั้งค่าตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวกับการจินตทัศน์ แทนการกำหนดค่าเมื่อเริ่มและจบการทำงานของโปรแกรม

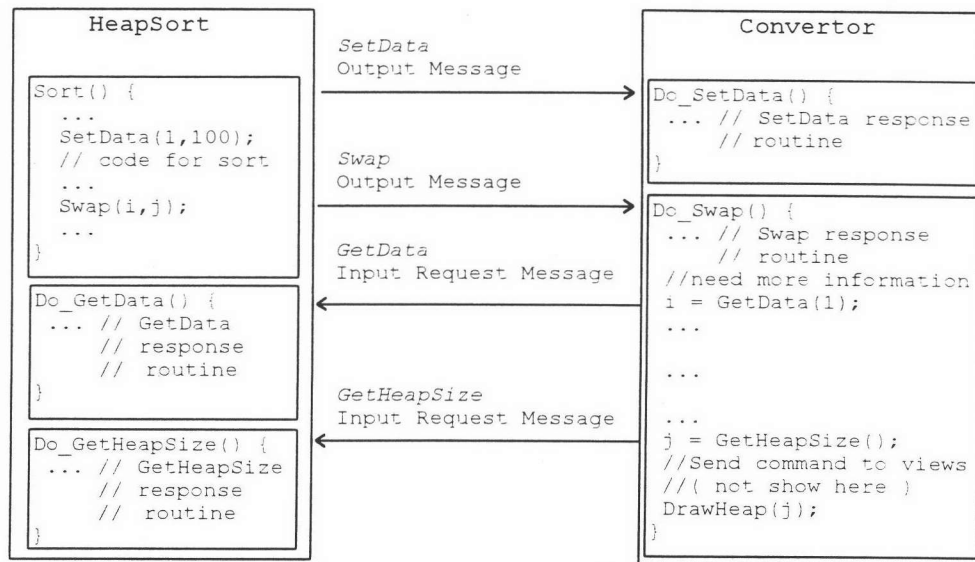
4.3.2 ข้อความคำสั่งขององค์ประกอบ

ข้อความคำสั่งขององค์ประกอบคือข้อความคำสั่งซึ่งผู้พัฒนาองค์ประกอบการจินตทัศน์จะต้องกำหนดขึ้นเพื่อใช้ติดต่อประสานกับองค์ประกอบอื่น ข้อความคำสั่งขององค์ประกอบเหล่านี้สามารถแบ่งออกเป็นสองกลุ่มตามทิศทางของคำสั่งและข้อมูลที่มีการส่งผ่านได้ดังนี้

1. *ข้อความคำสั่งขอข้อมูล (Input Request message)* เป็นคำสั่งซึ่งส่งออกไปเพื่อขอรับข้อมูล โดยคำสั่งชนิดนี้จะมีทิศสวนกับทิศของข้อมูลที่จะมีการส่ง ตัวอย่างของคำสั่งเหล่านี้คือ ข้อความคำสั่งซึ่งส่วนอัลกอริทึมใช้เพื่อร้องขอข้อมูลจากส่วนสร้างข้อมูล
2. *ข้อความคำสั่งแสดงผล (Output message)* เป็นคำสั่งซึ่งส่งออกไปพร้อมกับข้อมูลเพื่อบอกให้ผู้รับทราบว่าผู้ส่งต้องการให้ผู้รับทำงานบางอย่างซึ่งการทำงานนี้จะขึ้นกับข้อมูลที่ส่งไปให้ ตัวอย่างของคำสั่งกลุ่มนี้คือ ข้อความคำสั่งซึ่งส่วนอัลกอริทึมส่งไปให้ส่วนแปลงคำสั่งเพื่อให้แสดงผลการทำงาน

การที่จะนำองค์ประกอบการจินตทัศน์สององค์ประกอบมาทำงานร่วมกัน องค์ประกอบทั้งสองจะต้องรับรู้และตอบสนอง (response) ข้อความคำสั่งขององค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบได้ ในรูปที่ 4.1 แสดงตัวอย่างข้อความคำสั่ง ซึ่งองค์ประกอบการจัดเรียงข้อมูลแบบฮีปและส่วนแปลงคำสั่งที่ต้องการทำงานร่วมกัน จะต้องรู้จักและตอบสนองซึ่งกันและกันเพื่อให้้องค์ประกอบทั้งสองทำงานร่วมกันได้

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าส่วนอัลกอริทึมจะส่งข้อความคำสั่งแสดงผลไปให้ส่วนแปลงคำสั่งเพื่อสั่งให้ส่วนแปลงคำสั่งทำงาน และส่วนแปลงคำสั่งก็สามารถส่งคำสั่งขอข้อมูลไปให้ส่วนอัลกอริทึมเพื่อขอข้อมูลได้ ดังนั้นส่วนแปลงคำสั่งจะต้องรับรู้และตอบสนองข้อความคำสั่ง *SetData* และ *Swap* ของส่วนอัลกอริทึมได้ ในขณะเดียวกันส่วนอัลกอริทึมก็ต้องรับรู้และตอบสนองข้อความคำสั่ง *GetData* และ *GetHeapSize* ของส่วนแปลงคำสั่งได้ หากองค์ประกอบทั้งสองนี้ไม่รู้จักรหัสคำสั่งใดคำสั่งหนึ่งที่กล่าวมาก็จะไม่สามารถนำมาเชื่อมต่อกันเพื่อประกอบเป็นการจินตทัศน์อัลกอริทึมได้



รูปที่ 4.1 ข้อความคำสั่งซึ่งองค์ประกอบจะต้องรู้จักเพื่อที่จะสามารถทำงานร่วมกันได้

ในการส่งข้อความคำสั่งขององค์ประกอบการจินตทัศน์ออกไปให้องค์ประกอบอื่นนั้น ผู้พัฒนาองค์ประกอบสามารถทำได้โดยการเรียกใช้บริการส่งข้อความของระบบ AVIS ซึ่งถูกจัดเก็บไว้ในหน่วยบริหารการจินตทัศน์ในรูปของการเรียกใช้ฟังก์ชัน (function call) ฟังก์ชันส่งข้อความจะมีอยู่สองกลุ่มคือ (1) คำสั่งที่ใช้ส่งข้อความขอข้อมูล และ (2) คำสั่งที่ใช้ส่งข้อความแสดงผล ในการส่งข้อความคำสั่งนอกจากจะต้องระบุหมายเลขของคำสั่งซึ่งมีค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง $FFFF_{16}$ และหมายเลขประจำตัว (ID) ขององค์ประกอบที่ใช้ส่งข้อความซึ่ง AVIS จะกำหนดให้เมื่อองค์ประกอบลงทะเบียนเข้าสู่ระบบ ผู้ส่งยังสามารถระบุข้อมูลเพิ่มเติมที่จะส่งไปพร้อมกับตัวข้อความคำสั่งเพื่อให้องค์ประกอบที่ได้รับคำสั่งนำค่าข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการทำงาน โดยข้อมูลเพิ่มเติมที่สามารถส่งไปพร้อมข้อความคำสั่งจะมีได้สามค่า สองค่าแรกจะเป็นค่าตัวเลขจำนวนเต็มซึ่งมีค่าได้ตั้งแต่ $0000\ 0000_{16}$ ถึง $FFFF\ FFFF_{16}$ ส่วนค่าข้อมูลตัวที่สามจะเป็นข้อมูลแบบสายอักขระ (string) ความหมายของข้อมูลเพิ่มเติมทั้งสามตัวนี้ขึ้นอยู่กับกำหนัดของผู้ส่ง ดังนั้นผู้ส่งและผู้รับจะต้องมีความเข้าใจในความหมายของค่าข้อมูลเหล่านี้ตรงกันจึงจะสามารถทำงานร่วมกันได้

ในการส่งข้อความคำสั่ง องค์ประกอบผู้ส่งไม่จำเป็นต้องระบุองค์ประกอบที่จะรับข้อความคำสั่งนั้นทั้งนี้เพราะหากผู้ส่งไม่ระบุ ระบบ AVIS จะใช้ข้อมูลที่ได้จากแฟ้มบทการจินตทัศน์มาใช้ในการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆตามที่ผู้ใช้ปลายทางได้กำหนดไว้เพื่อจะได้ทราบว่าต้องส่งข้อความคำสั่งไปให้องค์ประกอบใดบ้าง วิธีการนี้จะมีข้อดีคือผู้พัฒนาองค์ประกอบการจินตทัศน์ไม่จำเป็นต้องเก็บข้อมูลว่ามืองค์ประกอบการจินตทัศน์ใดต่ออยู่กับองค์ประกอบของตนบ้าง

ในส่วนของารรับข้อความคำสั่งนั้น เมื่อมีข้อความคำสั่งส่งมาให้องค์ประกอบ AVIS จะเรียกใช้กลไกของระบบวินโดวเพื่อทำการแจ้งองค์ประกอบให้ทราบว่าข้อความคำสั่งส่งมาให้ การแจ้งนี้อาจอยู่ในรูปแบบที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งหากใช้วิซวลเบสิกเป็นเครื่องมือในการพัฒนาองค์ประกอบ การแจ้งจะอยู่ในรูปของเหตุการณ์ (event) ของวิซวลเบสิก หรือหากใช้ภาษา C/C++ ในการพัฒนา การแจ้งจะอยู่ในรูปของข้อความคำสั่งของวินโดว (Windows message) แทน

4.3.3 ข้อความคำสั่งตั้งค่า

นอกจากข้อความคำสั่งควบคุมและข้อความคำสั่งขององค์ประกอบที่ได้กล่าวถึงไปแล้วยังมีข้อความคำสั่งอีกชนิดหนึ่งซึ่งองค์ประกอบการจินตทัศน์จะได้รับในขณะที่ทำงานก็คือ ข้อความคำสั่งตั้งค่าที่จะถูกส่งมาจากโปรแกรมควบคุมการจินตทัศน์เพื่อทำการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆขององค์ประกอบ โดยค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ผู้พัฒนาองค์ประกอบการจินตทัศน์จะเป็นผู้กำหนดขึ้นเองและแจ้งไว้ในแฟ้มรายละเอียดขององค์ประกอบ

ข้อความคำสั่งตั้งค่าจะมีค่าพารามิเตอร์ของข้อความคำสั่งอยู่สองค่าได้แก่ ค่าข้อมูลตัวแรกเป็นหมายเลขของพารามิเตอร์ที่โปรแกรมควบคุมการจินตทัศน์ต้องการตั้งค่า ซึ่งจะตรงกับหมายเลขที่กำหนดไว้ในแฟ้มรายละเอียดขององค์ประกอบ ส่วนค่าข้อมูลที่ส่งอีกค่าเป็นค่าของพารามิเตอร์ซึ่งจะเก็บอยู่ในลักษณะของสายอักขระ

ในส่วนของหมายเลขพารามิเตอร์ AVis ได้กำหนดให้มีค่าพิเศษไว้หนึ่งค่าก็คือ พารามิเตอร์หมายเลข 0 ซึ่งเป็นค่าสงวนสำหรับโปรแกรมควบคุมการจินตทัศน์ที่จะส่งให้กับองค์ประกอบเมื่อต้องการให้องค์ประกอบแสดงหน้าจอตั้งค่าพารามิเตอร์ขององค์ประกอบ ตัวอย่างเช่น AVisController ข้อความคำสั่งตั้งค่าพารามิเตอร์หมายเลข 0 ไปให้องค์ประกอบเมื่อผู้ใช้กดปุ่มตั้งค่าพารามิเตอร์ขององค์ประกอบ

4.4 องค์ประกอบอัลกอริทึม

องค์ประกอบอัลกอริทึมเป็นองค์ประกอบการจินตทัศน์ที่แตกต่างจากองค์ประกอบประเภทอื่น เพราะจะต้องทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการทำงานของการจินตทัศน์ นั่นคือโดยทั่วไปการทำงานขององค์ประกอบอื่นจะเริ่มจากการได้รับข้อความคำสั่งจากส่วนอัลกอริทึม นอกจากนี้หน่วยบริหารการจินตทัศน์ยังถือว่าการสิ้นสุดการทำงานแบบปกติของการจินตทัศน์จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อองค์ประกอบอัลกอริทึมทุกองค์ประกอบทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ดังนั้นองค์ประกอบอัลกอริทึมจึงจำเป็นที่จะต้องแจ้งระบบเมื่อจะเริ่มและยุติการทำงาน รูปที่ 4.2 แสดงโปรแกรมจำลองขององค์ประกอบอัลกอริทึมในส่วนของโปรแกรมที่ทำหน้าที่ตอบสนองต่อคำสั่งเริ่มการทำงานของอัลกอริทึม

```

Alg_BeginAlgorithm()
{
    ...
    /* Read data from data generator, Send Input Request Message */
    N = AVisInputRequest(NUMBER_OF_DATA);
    ...
    /* Notify system before start algorithm */
    AVisOpenSync();
    While Not Finished {
        ...
        /* allow task switching */
        AVisOutputNotify(UPDATE_DATE);
        ...
    }
    /* Notify system after finish the algorithm */
    AVisCloseSync();
}

```

รูปที่ 4.2 โปรแกรมจำลองขององค์ประกอบอัลกอริทึม

ก่อนที่องค์ประกอบอัลกอริทึมในรูปที่ 4.2 จะเริ่มทำการจินตทัศน์ องค์ประกอบจะส่งข้อความคำสั่งขอข้อมูล (AVisInputRequest) ไปให้ส่วนสร้างข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการทำงาน จากนั้นจึงแจ้งหน่วยบริหารการ

จินตทัศน์ให้ทราบก่อนว่าจะเริ่มทำการจินตทัศน์ด้วยฟังก์ชัน AVisOpenSync เพื่อให้หน่วยบริหารการจินตทัศน์เตรียมทรัพยากรต่างๆให้พร้อมที่จะรองรับการทำงานของอัลกอริทึม จากนั้นจึงเริ่มการจินตทัศน์โดยระหว่างทำงานก็อาจส่งข้อความคำสั่งแสดงผล(แทนด้วยฟังก์ชัน AVisOutputNotify) ไปให้ส่วนประกอบอื่นๆเพื่อแสดงผลการทำงาน เมื่ออัลกอริทึมทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้วก็จะแจ้งให้หน่วยบริหารการจินตทัศน์ทราบด้วยฟังก์ชัน AVisCloseSync ซึ่งหากองค์ประกอบอัลกอริทึมทุกตัวแจ้งว่าทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้วหน่วยบริหารการจินตทัศน์จะถือว่าการทำงานจินตทัศน์ได้เสร็จสิ้นลงแล้ว

4.5 การประสานจังหวะการทำงานขององค์ประกอบอัลกอริทึม

จากที่กล่าวมาแล้วว่าระบบ AVis ยินยอมให้มีการนำเอาอัลกอริทึมมากกว่าหนึ่งอัลกอริทึมมาทำงานร่วมกันเพื่อเปรียบเทียบผลการทำงานได้ ระบบจึงต้องมีกลไกประสานจังหวะการทำงานของอัลกอริทึมเพื่อจะทำให้อัลกอริทึมต่างๆทำงานไปพร้อมกันอย่างยุติธรรม ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้สามารถวัดประสิทธิภาพการทำงานของอัลกอริทึมจากความเร็วในการทำงานได้ การประสานจังหวะการทำงานนี้ระบบจะต้องได้รับความร่วมมือจากผู้พัฒนาองค์ประกอบอัลกอริทึมนั้นคือ ก่อนที่จะเริ่มการพัฒนาองค์ประกอบผู้พัฒนาองค์ประกอบอัลกอริทึมจะต้องกำหนดคำสั่งการทำงานพื้นฐานของอัลกอริทึมเสียก่อน ซึ่งคำสั่งการทำงานพื้นฐานของอัลกอริทึมก็คือ ขั้นตอนย่อยของการทำงานของอัลกอริทึมซึ่งจำนวนครั้งของการทำขั้นตอนนั้นมีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการทำงานโดยรวมของอัลกอริทึม ตัวอย่างเช่น การทำงานพื้นฐานของอัลกอริทึมจัดเรียงข้อมูลก็คือ การเปรียบเทียบข้อมูล ดังนั้นเมื่อใดก็ตามที่องค์ประกอบอัลกอริทึมทำการเปรียบเทียบข้อมูลองค์ประกอบอัลกอริทึมจะต้องเรียกใช้ฟังก์ชันของ AVis เพื่อแจ้งถึงการทำงานดังกล่าวให้หน่วยบริหารการจินตทัศน์ทราบ ดังในรูปที่ 4.3

```
BubbleSort_BeginAlgorithm()
{
  AVisOpenSync();
  N = AVisInputRequest(NUMBER_OF_DATA);
  for (i = 1 ; i < N; i++)
    Data[i] = AVisInputRequest(GET_DATA,i);
  for (i = 1 ; i < N; i++) {
    for (j = i ; j < i; j++) {
      IsSwap = Data[j] > Data[j+1]; AVisSync();
      if (IsSwap) {
        Swap(Data[i],Data[j]);
        AVisOutputNotify(SWAP_DATA,Data[i],Data[j]);
      }
    }
  }
  AVisCloseSync();
}
```

รูปที่ 4.3 ตัวอย่างโปรแกรมจำลองของอัลกอริทึมจัดเรียงข้อมูลแบบฟอง

อัลกอริทึมในรูปที่ 4.3 จะแจ้งให้หน่วยบริหารการจินตทัศน์ทราบว่าได้ทำคำสั่งพื้นฐานแล้วหนึ่งครั้ง ด้วยการเรียกฟังก์ชัน AVisSync หน่วยบริหารการจินตทัศน์ก็จะยุติการทำงานของอัลกอริทึมชั่วคราวแล้วสลับไปให้องค์ประกอบอัลกอริทึมอื่นในระบบทำงานบ้าง ทำแบบนี้เรื่อยไปจนกระทั่งองค์ประกอบอัลกอริทึมทุกองค์ประกอบในการจินตทัศน์ทำงานเสร็จองค์ประกอบละหนึ่งการทำงานพื้นฐานแล้วจึงยินยอมให้องค์ประกอบอัลกอริทึมที่หยุดรออยู่ทำงานต่อไป การกระทำเช่นนี้จะเป็นการรับประกันว่าองค์ประกอบอัลกอริทึมทั้งหมดในระบบได้

รับโอกาสในการทำงานของคำสั่งพื้นฐานเท่าเทียมกันโดยไม่ต้องคำนึงถึงภาษาและเทคนิคในการพัฒนาองค์ประกอบ

4.6 แฟ้มรายละเอียดขององค์ประกอบ

จากที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ว่านอกจากตัวองค์ประกอบการจินตทัศน์แล้ว แฟ้มซึ่งผู้พัฒนาองค์ประกอบการจินตทัศน์จะต้องแจกจ่ายไปให้ผู้ที่จะนำองค์ประกอบไปใช้ก็คือแฟ้มรายละเอียดขององค์ประกอบ ซึ่งจะประกอบไปด้วยข้อมูลสามส่วนได้แก่

1. รายละเอียดของตัวองค์ประกอบเช่นชื่อ และ คำอธิบายอย่างย่อ ประเภทขององค์ประกอบ
2. ค่าพารามิเตอร์ต่างๆขององค์ประกอบ ซึ่งสามารถกำหนดผ่านข้อความคำสั่งตั้งค่าได้
3. รายละเอียดของข้อความคำสั่งขององค์ประกอบที่องค์ประกอบนี้รู้จักและตอบสนองได้ รวมทั้งข้อความคำสั่งขององค์ประกอบที่องค์ประกอบนี้จะสร้างขึ้น

ลักษณะของแฟ้มข้อมูลรายละเอียดที่นำเสนอในที่นี้เป็นเพียงข้อมูลแบบย่อ รายละเอียดต่างๆของแฟ้มข้อมูลองค์ประกอบทั้งหมดสามารถศึกษาได้จากภาคผนวก ฉ นอกจากนี้ผู้พัฒนาองค์ประกอบยังสามารถใช้โปรแกรม AVisniMaker ซึ่งได้นำเสนอวิธีใช้ไว้ในภาคผนวก ง เพื่อทำให้การสร้างแฟ้มข้อมูลขององค์ประกอบทำได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

4.7 สรุป

องค์ประกอบการจินตทัศน์เป็นส่วนประกอบสำคัญอีกส่วนหนึ่งของระบบ AVis เนื่องจากเป็นหน่วยซึ่งนำมาใช้ประกอบเป็นบทการจินตทัศน์ โดยองค์ประกอบเหล่านี้ถูกพัฒนาแยกจากกันต่างหาก ทำให้ต้องมีการกำหนดมาตรฐานการติดต่อประสานงานระหว่างองค์ประกอบเหล่านี้ขึ้น เพื่อจะได้องค์ประกอบเหล่านี้ทำงานได้อย่างถูกต้องเมื่อนำมาประกอบรวมกันเป็นบทการจินตทัศน์โดยผู้ใช้ปลายทาง

AVis ได้กำหนดให้การติดต่อประสานงานขององค์ประกอบการจินตทัศน์ทั้งการติดต่อประสานงานกับระบบ การติดต่อประสานงานกับโปรแกรมควบคุมและการติดต่อประสานงานระหว่างองค์ประกอบด้วยตนเองทำได้โดยการใช้การรับและส่งข้อความคำสั่ง ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานบนระบบไมโครซอฟต์วินโดวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการพัฒนาองค์ประกอบการจินตทัศน์นั้นจะมีองค์ประกอบการจินตทัศน์ชนิดหนึ่งซึ่งมีขั้นตอนการพัฒนาเพิ่มขึ้นมากกว่าองค์ประกอบชนิดอื่น องค์ประกอบชนิดนี้ได้แก่องค์ประกอบอัลกอริทึม ทั้งนี้เพราะระบบ AVis ออกแบบให้สามารถนำองค์ประกอบอัลกอริทึมมากกว่าหนึ่งองค์ประกอบมาทำงานไปพร้อมๆกัน ดังนั้นในการพัฒนาองค์ประกอบอัลกอริทึมผู้พัฒนาองค์ประกอบจะต้องเพิ่มขั้นตอนที่ทำให้้องค์ประกอบอัลกอริทึมทำงานไปพร้อมๆกันได้อย่างยุติธรรม

ถึงแม้ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการและแนวคิดในการพัฒนาองค์ประกอบการจินตทัศน์ ซึ่งแนวคิดเหล่านี้สามารถประยุกต์ใช้งานกับภาษาการพัฒนาโปรแกรมต่างๆได้ อย่างไรก็ตามหากผู้พัฒนาองค์ประกอบต้องการศึกษาการพัฒนาโปรแกรมด้วยวิธีवलบสิกสามารถศึกษาได้จากภาคผนวก จ และหากต้องการพัฒนาองค์ประกอบด้วยภาษา C สามารถศึกษาได้จากภาคผนวก ฉ