**โครงงานทางวิศวกรรม**

**เรื่อง**

การสร้างอุปกรณ์เชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้เพื่อการสร้างมุมมองเพิ่มเติมสำหรับจอภาพในการแสดงมุมมองสามมิติแบบหลายมุมมอง **(ภาษาไทย)**

FPGA Implementation of View Expansion for Automultiscopic 3D Displays **(ภาษาอังกฤษ)**

**โดย**  
นาย ภากร มัทนพจนารถ 5530427121

**อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน**

อาจารย์ ดร. พิชญะ สิทธีอมร ลายมือชื่อ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์**

**จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2558**

**สารบัญ**

**หัวเรื่อ­ง หน้า**

ชื่อโครงการ 1

ปัญหาและความสำคัญของปัญหา 1

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 2

- สถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ 2

- การเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง 3

- อุปกรณ์เชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้ 3

- การจัดตารางของกระบวนการ 4

- Steerable Pyramid 5

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

* Joint View Expansion and Filtering for Automultiscopic 3D Displays 5
* Eulerian-Lagrangian Stereo-to-Multi-view Conversion 6

วัตถุประสงค์ 8

ขอบเขตของโครงการ 8

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 8

แนวทางในการพัฒนาและเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง 9

ขั้นตอนการดำเนินงาน 12

รายการอ้างอิง 13

**ข้อเสนอโครงงานวิจัย**

**ชื่อโครงงาน (ภาษาไทย)** การสร้างอุปกรณ์เชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้เพื่อการสร้างมุมมองเพิ่มเติมสำหรับจอภาพในการแสดงมุมมองสามมิติแบบหลายมุมมอง

**ชื่อโครงงาน (ภาษาอังกฤษ)** FPGA Implementation of View Expansion for Automultiscopic 3D Displays

**ปัญหาและความสำคัญของปัญหา**

ในปัจจุบันนี้สื่อสามมิติ (3D Media) นั้นได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของพวกเรามากขึ้น เนื่องด้วยความแปลกใหม่ของสื่อที่มีมุมมองสามมิติ (Stereoscopic) ทำให้มีความสมจริงและอารมณ์ร่วมมากขึ้น และสามารถเข้าถึงได้ง่ายไม่ว่าจะเป็น การชมภาพยนต์สามมิติในโรงภาพยนต์ การโฆษณาด้วยมุมมองสามมิติ การรับชมจากโทรทัศน์ที่สามารถตั้งค่าให้แสดงมุมมองสามมิติได้ และสื่อจำพวกภาพโทรทัศน์ที่สามารถชมได้ด้วยมุมมองสามมิตินั้นก็มีมากขึ้น โดยที่กล่าวมานั้นเป็นตัวอย่างสื่อที่เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การรับชมสื่อสามมิตินั้นมีความแพร่หลายในชีวิตประจำวันของพวกเรามากขึ้น

โดยสื่อสามมิติที่สามารถพบเห็นในชีวิตประจำวันได้นั้น มีหลากหลายวิธีการในการสร้างมุมมองสามมิติ เช่น การสร้างภาพสามมิติแบบภาพเหลื่อม (Anaglyph 3D) [1] ซึ่งจัดเป็นหนึ่งในวิธีการแรกๆของการทำมุมมองสามมิติ และการสร้างมุมมองสามมิติแบบการกรองแสงที่แตกต่าง (Polarized 3D) [1] ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำการพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้ได้คุณภาพของมุมมองสามมิติที่ดีขึ้น โดยวิธีการนี้นั้นมีการใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น เนื่องจากโทรทัศน์ในปัจจุบันนั้นสามารถตั้งค่าเพื่อใช้วิธีการนี้ได้ โดยจากวิธีการทั้งหมดที่กล่าวมานั้นจำเป็นต้องมีการใช้แว่นตาหรืออุปกรณ์ที่ช่วยในการสร้างจุดโฟกัสของสายตาผู้ชม ซึ่งทำให้เกิดปัญหาหลักๆอยู่สองประการดังนี้

ประการแรก ปัญหาการใช้อุปกรณ์เสริมในการรับชมมุมมองสามมิติ เช่นแว่นตาเพราะไม่ว่าจะเป็นวิธีการสร้างมุมมองสามมิติแบบเหลื่อม หรือการสร้างมุมมองสามมิติแบบการกรองแสงที่แตกต่าง จำเป็นต้องมีการใช้แว่นตาที่มีความเฉพาะในการรับชมมุมมองสามมิติ แม้ว่าในสถานที่ที่มีการแสดงสื่อสามมิติ จะมีแว่นให้บริการ แต่การรับชมด้วยโทรทัศน์นั้นจำเป็นต้องมีแว่นตา­­­เท่ากับจำนวนของผู้รับชม ทำให้การรับชมสื่อสามมิตินั้นมีความยากในการรับชม และรวมถึงผู้ที่สวมแว่นตาอยู่ก่อนแล้ว หากจำเป็นต้องใช้แว่นตาก็จะเกิดความไม่สบายตาเนื่องจากจำเป็นต้องสวมใส่แว่นตาซ้อนกัน และอาจจะทำให้เกิดปัญหาด้านการรับชม

ประการที่สอง ปัญหาเรื่องมุมมองในสื่อสามมิตินั้น มีเพียงสองมุมมอง เช่นในการสร้างมุมมองสามมิติแบบการกรองแสงที่แตกต่างนั้น มีการทำงานแบบ Linear Polarization ซึ่งแว่นตาที่ใช้นั้นสามารถกรองแสงได้เพียงมุมมองเดียว และหากทำการเลื่อนมุมมองที่มองสื่อสามมิตินั้น ก็จะทำให้เกิดการเหลื่อมของภาพได้ ทำให้ไม่สามารถรับชมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และถึงแม้จะมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วย เช่นการทำงานแบบ Circular Polarization เพื่อให้สามารถรับชมได้หลายมุมมองมากขึ้น แต่ค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์ก็จะมีราคาสูงกว่ามาก จึงเป็นหนึ่งในปัญหาในการรับชมสื่อสามมิติ

จากสองประการที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ทำให้เห็นว่าการรับชมสื่อสามมิตินั้นยังมีความยากลำบากในการรับชม ดังนั้นจึงเกิดเป็นแนวคิดที่ว่า หากเราทำการพัฒนาการสร้างสื่อสามมิติด้วยวิธีการใหม่ที่สามารถเพิ่มมุมมองในการรับชม และไม่จำเป็นต้องใช้แว่นในการรับชมสื่อสามมิติเพียงใช้แค่จอเพิ่มเติมเท่านั้น ด้วยวิธีดังกล่าวนั้น ผู้ชมสามารถรับชมได้โดยเพียงต่ออุปกรณ์เพียงเล็กน้อย โดยรูปแบบการทำงานนั้นสามารถทำให้ผู้ชมรับชมสื่อสามมิติโดยไม่จำเป็นต้องใช้แว่นในการรับชม และหากสามารถพัฒนาอุปกรณ์ชิ้นนี้ได้นั้น การรับชมสื่อสามมิติก็จะมีความแพร่หลายและความสะดวกสบายต่อผู้รับชมมากขึ้น

**ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**

1. **สถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ (Computer Architecture) [2]**

**­** สถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์(Computer Architecture) นั้นเป็นทฤษฎีที่อยู่เบื่องหลังของการออกแบบคอมพิวเตอร์ในการทำงาน โดยในส่วนโครงสร้างทั่วไปนั้นจะทำการแบ่งออกเป็นสองส่วนหลักๆ ได้แก่

* 1. **ชุดคำสั่ง (Instruction Set Architecture)** เป็นสิ่งที่ใช้ในการอธิบายโครงสร้างและขีดความสามารถในการทำงานของแต่ละหน่วยประมวลผล โดยอาจกล่าวได้อีกความหมายหนึ่งว่าเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่างฮาร์ดแวร์(Hardware) และ ซอฟต์แวร์(Software) เพื่อใช้สั่งให้คอมพิวเตอร์นั้นทำตามสิ่งที่ผู้ใช้ต้องการ
  2. **โครงสร้างคอมพิวเตอร์ (Computer Organization)** เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างภายในของคอมพิวเตอร์ โดยจะกล่าวถึงหน่อยประมวลผลกลาง(Central Processing Unit:CPU) และส่วนประกอบต่างๆที่เกี่ยวข้อง มีส่วนประกอบดังต่อไปนี้
     1. **หน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์และทางตรรกะ (Arithmetic Logic Unit)** หรือส่วนที่ทำหน้าที่ในการคำนวณผลทางคณิตศาสตร์ รวมถึงสามารถทำการคำนวณทางด้านตรรกะศาสตร์ได้อีกด้วย
     2. **หน่วยความจำชั่วคราว (Register)** หรือหน่วยความจำที่มีความเร็วสูงเหมาะแก่การนำมาช่วยในการคำนวณในกรณีที่จำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลไว้เพื่อใช้ในการคำนวณ เพื่อให้ได้คำตอบตามที่ต้องการ
     3. **หน่วยความจำ (Memory)** เป็นส่วนประกอบที่มีความจุสูงกว่า หน่วยความจำแบบชั่วคราว โดยสามารถใช้เพื่อเก็บชุดคำสั่ง(Instruction Set)รวมถึงข้อมูล(Data) ที่จำเป็นต่อการคำนวณ แต่หน่วยความจำนั้นจะมีความเร็วในการส่งข้อมูลที่ต่ำกว่าหน่วยความจำชั่วคราว(Register) เพราะฉะนั้นการติดต่อกับหน่วยความจำบ่อยครั้งนั้น ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานนั้นลดลง

1. **การเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง (Direct Memory Access) [3][4]**

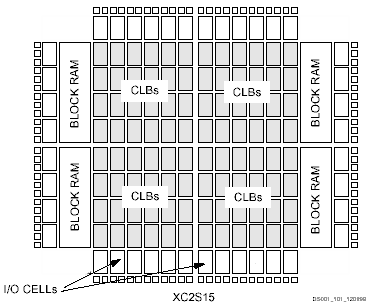
จากโครงสร้างโดยทั่วไปแล้วนั้น เมื่ออุปกรณ์ต่างๆ(Devices)นั้นต้องการจะติด­­ต่อกับหน่วยความจำ จำเป็นจะต้องส่งข้อมูลต่างๆไปยังหน่วยประมวลผลกลาง(CPU)ก่อน จากนั้นหน่วยประมวลผลกลางนั้นจะทำการส่งข้อมูลไปยังหน่วยความจำนั้นๆ และในทางกลับกันเมื่อมีการส่งข้อมูลต่างๆนั้นไปยังอุปกรณ์อื่นๆ ข้อมูลซึ่งถูกเก็บอยู่ในหน่วยความจำ จำเป็นต้องให้หน่วยประมวลผลกลางนั้นทำการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำเพื่อส่งต่อไปยังอุปกรณ์ที่ต้องการ จากการทำงานในลักษณะนี้นั้น มีการทำงานที่สูง เนื่องจากจำเป็นต้องทำงานผ่านหน่วยประมวลผลกลางตลอดเวลา ทำให้หน่วยประมวลผลกลางนั้นทำงานหนัก และสิ้นเปลืองเวลาทำงานโดยไม่จำเป็น ดังนั้นจึงได้เกิดแนวคิดที่ให้ การรับส่งข้อมูลนั้นสามารถทำได้โดยตรง โดยไม่จำเป็นต้องผ่านหน่วยประมวลผลกลางเรียกว่า การเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง (Direct Memory Access) โดยในการทำงานนั้นจะต้องมีตัวควบคุม (Controller) เพื่อทำการติดต่อและแจ้งเมื่อมีการเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง

รูปที่ 1 รูปแสดงการทำงานของการเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรงเมื่อมีอุปกรณ์มาเชื่อมต่อ

**อ้างอิงภาพ** <http://www.electronics.dit.ie/staff/tscarff/DMA/dma.htm>

1. **อุปกรณ์เชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้ (Field Programmable Gate Array: FPGA) [5][6]**

เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่สามารถโปรแกรมได้ ประกอบไปด้วยโครงข่ายของการเชื่อมต่อภายในแบบเมตริกซ์ โดยโครงสร้างภายในนั้นประกอบด้วยประตูสัญญาณตรรกะ (Logic Gate) และสามารถทำการรวมประตูสัญญาณตรรกะเพื่อจะได้สามารถทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นและในบางชนิดยังมีหน่วยความจำเชิงตรรกะประกอบอยู่ด้วย

โดยอุปกรณ์เชิงตรระกะแบบโปรแกรมได้นั้นสามารถโปรแกรมให้ทำงานตามที่เราต้องการได้และยังสามารถทำการแก้ไขวงจรเพิ่มเติมเพื่อให้ได้โปรแกรมที่ต้องการแต่การทำงานของอุปกรณ์เชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้นั้น ยังมีความเร็วและคุณภาพที่ด้อยกว่าวงจรรวมเฉพาะโปรแกรมประยุกต์ (Application-Specific Integrated Circuit :ASIC)เนื่องจากทางโครงสร้างนั้น พบว่าอุปกรณ์เชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้นั้นมีความหนาแน่นของวงจรที่น้อยกว่าและยังจำเป็นต้องใช้­ทรัพยากรมากกว่า แต่ในทางกลับกับอุปกรณ์ตรรกะแบบโปรแกรมได้นั้นก็มีความยืดหยุ่นในการใช้งานมากกว่า

รูปที่ 2 รูปแสดงโครงสร้างของอุปกรณ์ตรรกะแบบโปรแกรมได้รุ่น Spartan-II Architectural

**อ้างอิงภาพ** <http://www.datasheetarchive.com/files/xilinx/docs/rp00001/rp001e4.htm>

โดยจากรูปนั้นเป็นอุปกรณ์เชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้รุ่น Spartan-II Architectural โดยมีส่วนประกอบอยู่ 3 ส่วน ได้แก่

* 1. **Configurable Logic Block (CLBs)** คือส่วนของบล็อคตรรกะที่สามารถปรับแต่งได้ ประกอบด้วยประตูสัญญาณตรรกะจำนวนมากที่เชื่อมต่อกันอยู่
  2. **Block RAM** เป็นส่วนประกอบเฉพาะสำหรับSpartan-II Architectural เพื่อให้สามารถรองรับการทำงานได้มากกว่า
  3. **I/O Block** ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆเพื่อทำการส่งข้อมูลที่ต้องการ รวมถึงสัญญาณต่างๆที่จำเป็นต่อการทำงาน

1. **การจัดตารางของกระบวนการ (Process Scheduling) [7]**

การทำงานในระบบต่างๆนั้น หากมีการทำงานที่มีความต้องการใช้ทรัพยากรมากกว่าที่หน่วยประมวลผลมีนั้น จำเป็นต้องมีการจัดตารางหรือการพยายามจัดการทรัพยากรให้หน่วยประมวลผลนั้นสามารถทำงานได้ด้วยทรัพยากรที่มีและได้ประสิทธิภาพสูงสุด โดยจัดการให้กระบวนการ(Process)นั้นสามารถทำการประมวลผลได้ตลอดเวลา และภาพรวมของกระบวนการต่างๆนั้น เสมือนทำงานไปพร้อมๆกันได้ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดในหน่วยประมวลที่มีทรัพยากรจำกัด

1. **Steerable Pyramid [8][9][10]**

คือการทำพีระมิดรูปภาพ (Image Pyramid) รูปแบบหนึ่งโดยการพิจารณารูปภาพที่ขนาดต่างๆด้วยSteerable Pyramid นั้น เป็นการแยกรูปภาพแบบหลายแกน(multi-orientation image decomposition)เพื่อการประมวลผลสำหรับการประมวลผลภาพ (Image Processing) และวิสัยทัศน์คอมพิวเตอร์ (Computer Vision) การทำงานนั้นได้รับการพัฒนามาจากการแยกสัญญาณโดยวิธีการเปลี่ยนให้เป็นการแกว่งสั้นๆ (Wavelet Decomposition) โดย Steerable Pyramid มีการพัฒนาโดยสามารถทำการคำนวณในแนวทแยงได้ด้วย เนื่องจากWavelet Decomposition สามารถทำการคำนวณได้เพียงแนวตั้งและแนวนอน จึงได้รับความนิยมมากกว่า และการทำงานพื้นฐานของ Steerable Pyramid นั้นคือการทำอนุพันธ์ทิศทางลำดับที่ K (Kth-order Directional Derivative) และการทำงานของ Steerable Pyramid นั้นสามารถอธิบายได้ด้วยการแยก(Decomposition) 2 ส่วน ดังนี้­

* 1. **การแยกเชิงมุม (Angular Decomposition)** เป็นการแยกเชิงมุมโดยสามารถกำหนดคำสั่งอนุพันธ์ที่ต้องการได้ เพื่อกำหนดทิศทางของอนุพันธ์ในโดเมนเชิงพื้นที่ (Spatial Domain) ให้สามารถดำเนินการตามฟังก์ชั่นเชิงเส้น (Linear Function) ในโดเมน Fourier (Fourier Domain)
  2. **การแยกเชิงรัศมี (Radial Decomposition)** นั้นประกอบไปด้วย ฟังก์ชั่นรัศมี (Radial Function) ซึ่งเป็นข้อบังคับในการสร้างการแยกเวียนเกิด(Decomposition Recursively)

**งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

1. **Joint View Expansion and Filtering for Automultiscopic 3D Displays [11]**

งานวิจัยนี้พยายามอธิบายถึงการสร้างมุมมองเพิ่มเติม(View Expansion)และการกรอง(Filtering)ของมุมมองสามมิติแบบหลายมุมมอง โดยงานวิจัยได้กล่าวว่าการรับชมสื่อสามมิตินั้นจะได้รับการยอมรับและสามารถรับชมได้ดียิ่งขึ้นด้วยการรับชมสื่อสามมิติได้จากหลายมุมมอง(Multiple View) และไม่จำเป็นต้องใช้แว่นตาสามมิติแต่การที่จะสามารถรับรับชมได้นั้น จำเป็นที่จะต้องได้รับการกรองเนื้อหาที่ถูกต้องจากหลายมุมมอง โดยการจะสร้างมุมมองสามมิติแบบหลายมุมมองนั้นยังคงมีปัญหาอยู่แต่งานวิจัยนี้นั้นได้ทำการแก้ปัญหา โดยปัญหาที่กล่าวถึงนั้นมีสามประการได้แก่

* 1. การจัดทำสื่อสามมิตินั้นสามารถสร้างได้เพียงสองมุมมองเท่านั้นแต่จอสำหรับการสร้างมุมมองสามมิตินั้นจำเป็นต้องการรูปจากหลายมุมมอง และคุณภาพของรูปที่ได้มานั้น มีคุณภาพและความหนาแน่นไม่เพียงพอ หากต้องการให้มีคุณภาพพอนั้น จำเป็นต้องแลกมาด้วยต้นทุนและขนาดของสื่อสามมิติที่สูงขึ้น โดยวิธีการแก้ไขคือการใช้การแก้ไขมุมมอง (View-Interpolation) เพื่อทำการสร้างมุมมองเพิ่มเติมที่จำเป็นต้องมีทั้งความลึกที่แม่นยำ และการซ่อมพื้นที่ที่มีข้อมูลขาดหาย
  2. จอสำหรับมุมมองสามมิติแบบหลายมุมมองนั้นจำเป็นต้องมีการกรองแบบพิเศษเพื่อลบความหยาบระหว่างมุมมอง(Interperspective Aliasing) เนื่องจากหากไม่ทำการลบความหยาบระหว่างมุมมอง เมื่อรับชมสื่อก็จะเห็นความเหลื่อม(Flickering)ระหว่างรับชม
  3. เพื่อความสบายในการรับชมสื่อนั้น รูปภาพแสดงความแตกต่าง(Image Disparities)จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขให้เหมาะกับชนิดและขนาดของจอที่แสดงผลรวมถึงผู้รับชมด้วย โดยเพื่อให้ได้รับชมได้ดีที่สุดจะเกิดการแก้ไขรูปภาพแสดงความแตกต่างและทำการคำนวณใหม่ด้วยรูปภาพแสดงความแตกต่างที่ได้รับการแก้ไข(Adjusted Disparity)

วิธีการดำเนินงานนั้น สามารถทำได้โดยนำสื่อสามมิติแบบปกติ (Stereoscopic Video) เป็นข้อมูลขาเข้า(Input) และทำการแปลงข้อมูลให้เป็นสื่อสามมิติแบบหลายมุมมองและได้รับการกรองที่สามารถแสดงผลบนจอที่รองรับสื่อสามมิติแบบหลายมุมมองได้ และวิธีการในการคำนวณนั้นสามารถใช้อัลกอรึทึมที่มีความง่าย รวมถึงสามารถทำการเขียนโปรแกรมลงบนหน่วยประมวลผลกราฟิกได้ และได้ประสิทธิภาพที่ดีเข้าใกล้การทำงานแบบทันที(Real-Time Performance) โดยในงานวิจัยนี้นั้นมีกระบวนการการรวม การขยายภาพวิดีโอแบบ Phase-Based (phase-based video magnification) และ การลดความหยาบระหว่างมุมมอง (Interperspective Antialiasing) เข้าเป็นกระบวนการกรองเพียงหนึ่งเดียว เพื่อให้สามารถทำงานได้ดียิ่งขึ้นในการสร้างสื่อสามมิติแบบหลายมุมมอง

1. **Eulerian-Lagrangian Stereo-to-Multi-view Conversion [12]**

งานวิจัยชิ้นนี้เกี่ยวข้องการพยายามสร้างมุมมองสามมิติแบบหลายมุมมองด้วยการเพิ่มมุมมองเพิ่มเติม(Additional Visual Cue) โดยในการทำนั้นจำเป็นต้องมีข้อมูลขาเข้าเป็นมุมมองหลายมุมมอง และงานวิจัยนนั้นได้กล่าวถึงปัญหาในการสร้างมุมมองสามมิติแบบหลายมุมมอง ซึ่งในปัจจุบันนี้นั้นยังไม่มีสื่อที่ทำการบันทุกแบบหลายมุมมองโดยตรง จึงทำให้จำเป็นต้องมีการเพิ่มมุมมองจากการนำมุมมองสามมิติแบบปกตินั้นมาเป็นพื้นฐานในการสร้างมุมมองเพิ่มเติม แต่คุณภาพของมุมมองเพิ่มเติมที่สร้างมานั้นขึ้นอยู่ข้อมูลขาเข้าและวิธีการ ซึ่งวิธีการในตอนนี้นั้นยังไม่เพียงพอสำหรับการแสดงข้อมูลดังกล่าว

โดยงานวิจัยนี้นั้นได้ทำการเสนอวิธีการแก้ไข ที่สามารถสร้างสื่อสามมิติแบบหลายมุมมองที่มีคุณภาพสูงและสามารถทำงานแบบเกือบทันทีได้ จึงได้ทำการนำเสนอวิธีการที่เรียกว่า การประมวลผลภาพบนพื้นฐานของภาพถ่าย(Image-based Rendering) ซึ่งวิธีการนี้นั้น สามารถแบ่งออกเป็นสองวิธีการได้ดังนี้

* 1. **Lagrangian Techniques** โดยในวิธีการนี้นั้นจะทำการกู้คืนข้อมูลความลึกของภาพและหลังจากนั้นจะทำการแสดงผลพิกเซลใหม่ (Pixel Re-Projection)เพื่อที่จะได้ข้อมูลและนำไปทำการสร้างมุมมองเพิ่มเติม โดยข้อดีของวิธีการนี้ คือในการคำนวณนั้น เราไม่จำเป็นต้องทำการคำนึงถึงข้อมูลที่หายไปในพื้นที่ที่ไม่การขาดข้อมูลความลึก (Disocclusion Regions)ซึ่งสามารถลดการทำงานและได้ประสิทธิภาพมากขึ้น แต่วิธีการนี้มีข้อจำกัดอยู่ คือไม่สามารถคำนวณข้อมูลขาเข้าที่มีคุณภาพต่ำได้ จึงจำเป็นต้องมีการนำการกระจายความลึก(Image Sparse)และวิธีการแปรเปลี่ยนรูปภาพ(Image Warping Technique) มาช่วยในการแก้ปัญหาเรื่องคุณภาพของข้อมูลขาเข้า และหากต้องการใช้วิธีการนี้ในการคำนวณส่วนที่มีความละเอียดสูง จำเป็นต้องใช้การคำนวณที่หนัก และทำให้ไม่เหมาะแก่การประมวลผลแบบทันนี้ (Real-Time Processing)
  2. **Eulerian Techniques** ทางด้านวิธีการนี้นั้นเป็นการประมาณการเปลี่นนแปลงของข้อมูลเฟส(Local Phase Information) ในการกู้ข้อมูลความลึกได้อย่างชัดเจน โดยวิธีการนี้นั้นได้รับแรงบรรดาลใจมาจากการประมาณความต่าง(Disparity Estimation)และประมาณการเคลื่อนที่ของแสง(Optical Flow Estimation) ด้วยการใช้ข้อมูลเฟส (Local Phase Information) และวิธีการนี้มีข้อดีหลักอยู่สองส่วน อันได้แก่ การทำงานที่ไม่จำเป็นต้องอ้างอิงข้อมูลแบบต่อพิกเซล(Per-Pixel Information)โดยสามารถใช้ข้อมูลของเฟส (Phase Informaiton)ทำงานแยกกันตามแต่ละพื้นที่และความถี่ และข้อดีอีกข้อหนึ่งนั้นคือวิธีการนี้ สามารถหาความแตกต่างบนพื้นฐานของเฟสได้แม่นยำ และละเอียด โดยข้อดีทั้งสองนั้นเป็นสิ่งที่ทำให้วิธีการนี้นั้นดีกว่าวิธีการLagrangianอย่างเห็นได้ชัดแต่อย่างไรก็ตามวิธีการแบบEulerianนั้นยังมีข้อจำกัดที่สำคัญอยู่ ซึ่งก็คือการคำนวณหาความต่างหรือความลึกนั้นยังสามารถทำได้ในช่วงที่แคบ

จากที่ได้กล่าวมาทั้งสองวิธีการนั้น งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการนำส่วนที่เป็นข้อดีของวิธีการLagrangian และ Eulerian นั้นมาใช้ในการสร้างวิธีการใหม่ เพื่อให้ได้วิธีการที่มีคุณภาพมากที่สุด โดยวิธีการดำเนินการนั้นเริ่มจากการนำข้อมูลขาเข้านั้นมาแปลงเพื่อให้สามารถแสดงเป็นคลื่นช่วงเล็ก(Wavelet Representation) ของรูปภาพของสื่อสามมิติ (Stereoscopic Image) และทำการคาดประมาณความแตกต่าง(Disparity Estimation)ของคลื่นช่วงเล็กๆเพื่อนำไปใช้ โดยกระบวนการนี้ยังสามารถรวมกับการลบความหยาบระหว่างมุมมอง และการคำนวณความแตกต่างแบบไม่เป็นเส้นตรง(Nonlinear Disparity Remapping) และยังสามารถใช้ Steerable Pyramid ในการแยกข้อมูลขาเข้าที่ได้รับมาเพื่อให้ได้ข้อมูลการประมาณความแตกต่างที่แม่นยำและจากวิธีการดังกล่าวที่กล่าวมานั้นทำให้สามารถรองรับการคำนวณความต่างได้มากขึ้นกว่าวิธีการเดิม และยังสามารถแก้ไขเหตุการณ์เฉพาะต่างๆที่วิธีการเดินนั้นไม่สามารถทำได้ เช่น การเบลอภาพเคลื่อนไหว (Motion Blur) การหาความลึกของจุดโฟกัส (Depth of Focus) และการสะท้อนเป็นต้น

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อพัฒนาวิธีการสร้างสื่อสามมิติเพื่อให้สามารถแสดงผลได้หลายมุมมองรวมถึงสามารถรับชมโดยไม่จำเป็นต้องใช้แว่น
2. เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพในการทำงานของการสร้างมุมมองสามมิติแบบหลายมุมมอง ด้วยการโปรแกรมลงบนอุปกรณ์เชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้
3. เพื่อพัฒนาทักษะการพัฒนาโปรแกรมบนอุปกรณ์เชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้
4. เพื่อพัฒนาทักษะในการออกแบบรูปแบบสถาปัตยกรรมในการทำงาน เพื่อให้รองรับกับการสร้างมุมมองสามมิติแบบหลายมุมมองด้วยอุปกรณ์เชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้

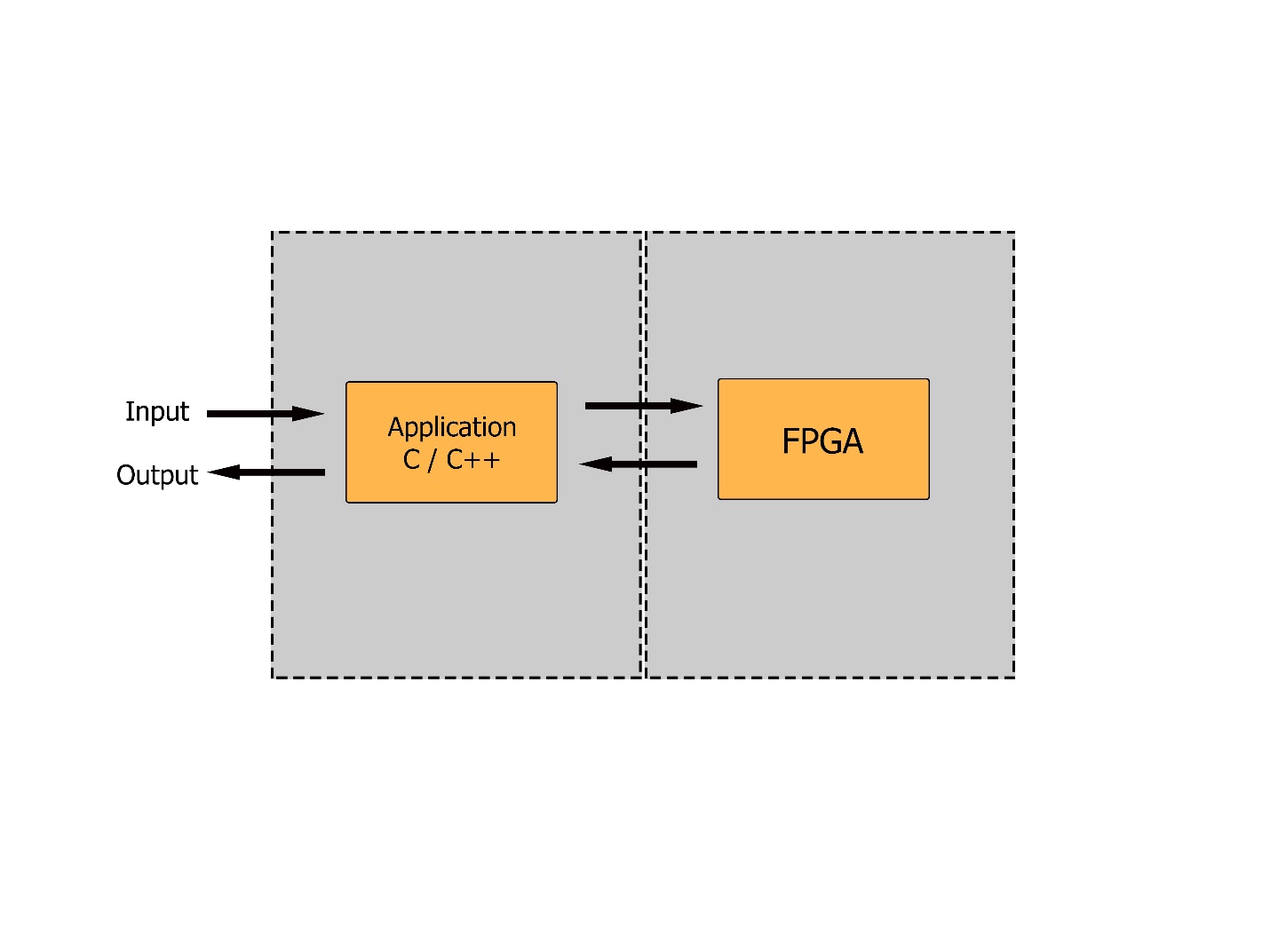
**ขอบเขตของโครงการ**

โครงงาน “การสร้างอุปกรณ์เชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้เพื่อการสร้างมุมมองเพิ่มเติมสำหรับจอภาพในการแสดงมุมมองสามมิติแบบหลายมุมมอง” มีเป้าหมายหลักคือการสร้างมุมมองเพิ่มเติมสำหรับจอภาพในการแสดงมุมมองสามมิติแบบหลายมุมมองบนอุปกรณ์เชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้ เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของการทำงานจากการทำงานบนซอฟต์แวร์ที่จำเป็นต้องทำงานบนระบบปฎิบัติการต่างๆ มายังการทำงานบนฮาร์ตแวร์ ซึ่งจะได้ประสิทธิภาพที่มากขึ้นและประหยัดทรัพยากรมากกว่าเพื่อการพัฒนาต่อไปในอนาคต

รูปแบบการทำงานนั้นจะสามารถทำงานได้โดยการส่งข้อมูลรูปภาพสามมิติ(Stereoscopic Image)เป็นข้อมูลขาเข้าผ่านสายเชื่อมต่อสื่อประสมความคมชัดสูง(High-Definition Multimedia Interface : HDMI)ไปยังอุปกรณ์เชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้ที่ได้รับการโปรแกรมเป็นที่เรียบร้อยหลังจากนั้นข้อมูลขาเข้าจะได้รับการคำนวณเพื่อเปลี่ยนจากข้อมูลรูปภาพสามมิติแบบสองมุมมองเป็นข้อมูลรูปภาพสามมิติแบบหลายมุมมอง และทำการส่งข้อมูลขาออกด้วยสายเชื่อมต่อสื่อประสมความคมชัดสูงกลับไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อที่จะสามารถแสดงผลได้แบบเกือบทันที(Almost Real-Time)

**ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

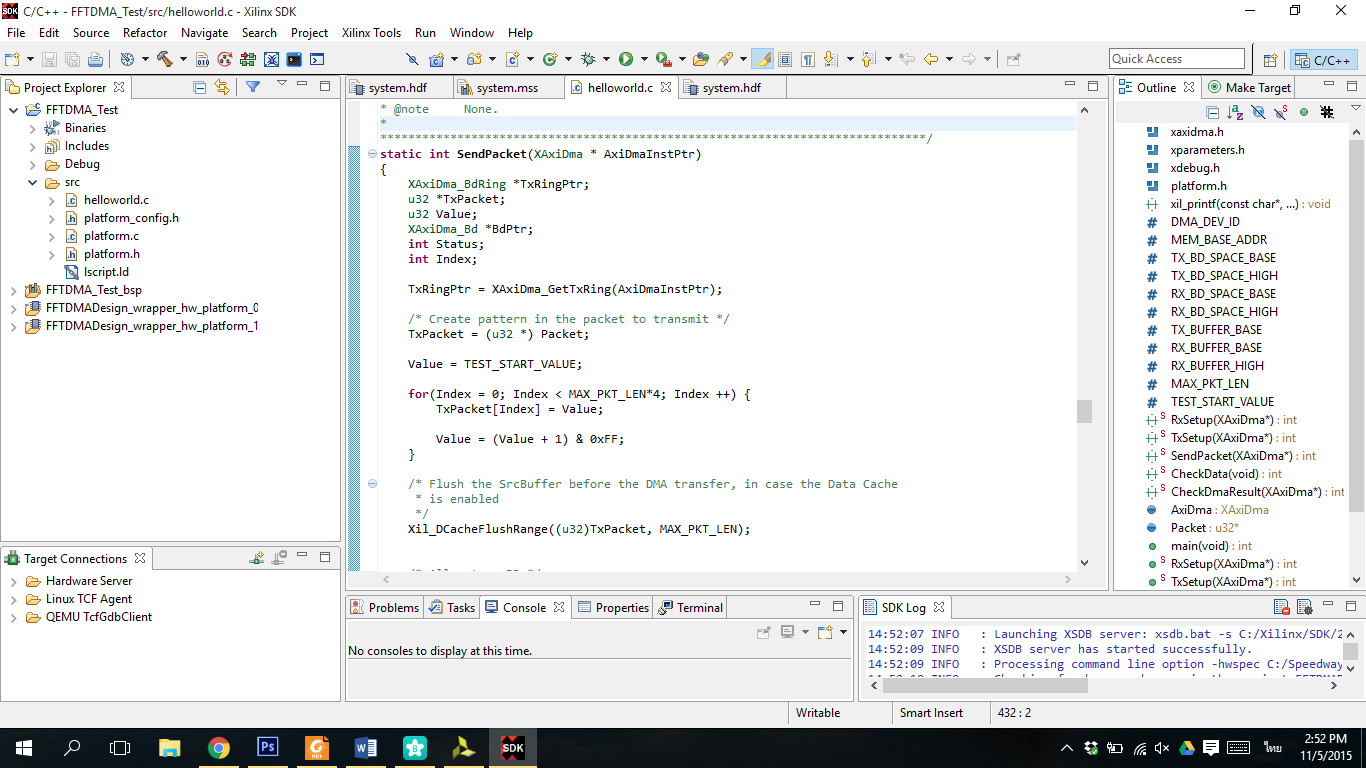
1. ได้อุปกรณ์สำหรับการสร้างมุมมองสามมิติแบบหลายมุมมอง ด้วยการสร้างอุปกรณ์เชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้
2. อุปกรณ์สำหรับการสร้างมุมมองสามมิติแบบหลายมุมมองที่สร้างด้วยอุปกรณ์เชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้นั้นมีประสิทธิภาพสูงขึ้น และประหยัดพลังงานขึ้น
3. ผู้พัฒนาอุปกรณ์การสร้างมุมมองสามมิติแบบหลายมุมมองได้ประสบการณ์ในการพัฒนาอุปกรณ์เชิงตรรกะแบบโปแกรมได้ รวมถึงความรู้ต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่นจัดการทรัพยากรของระบบสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ การใช้งานระบบการเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง และการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา Verilog

**แนวทางในการพัฒนาและเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง**

รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างการทำงานของโครงงาน

โดยการทำงานนั้นสามารถแบ่งออกเป็นส่วนย่อยได้ดังนี้

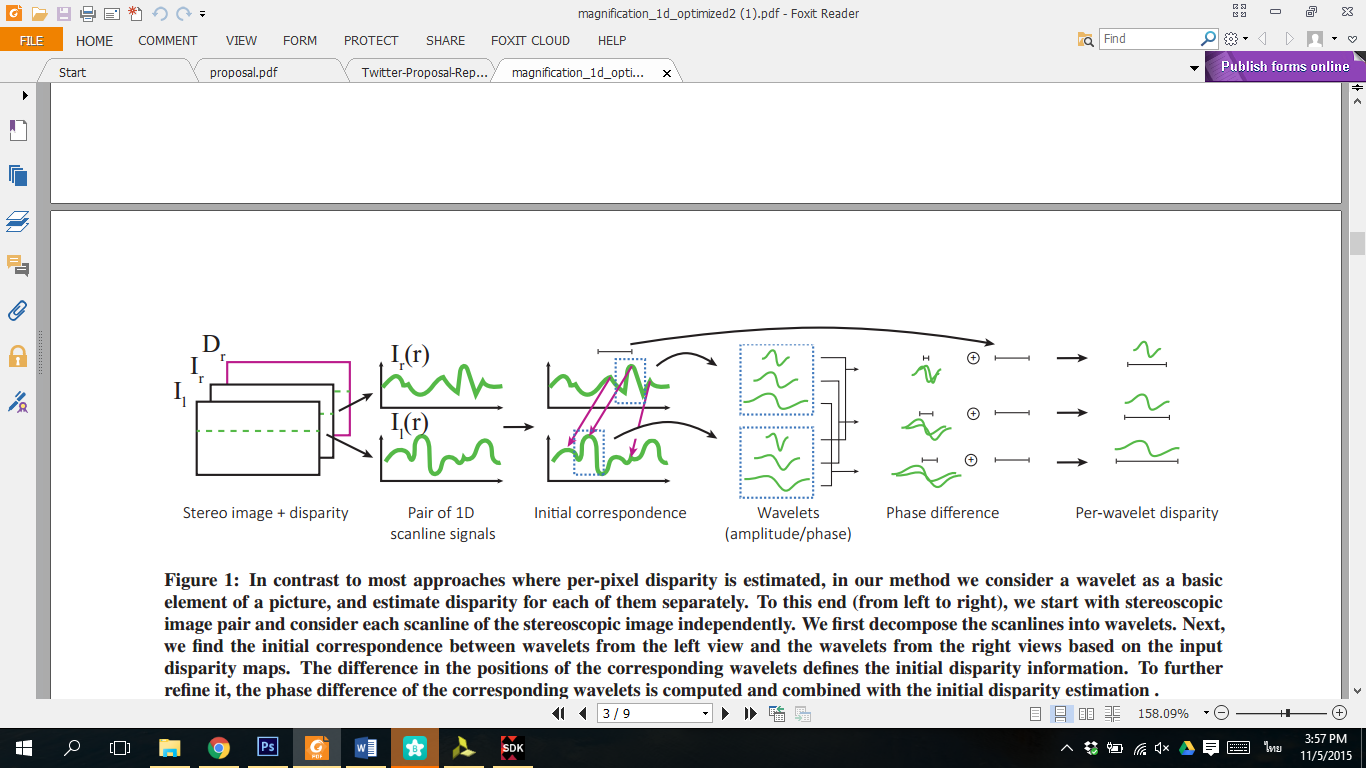
1. **ส่วนของโปรแกรมประยุกต์ (Application)** ซึ่งเป็นส่วนที่คอยจัดการกับข้อมูลขาเข้า(Input) และรับข้อมูลขาออก(Output) จากอุปกรณ์ตรรกะแบบโปรแกรมได้ (FPGA) โดยมีรายละเอียดต่างๆดังนี้
   1. **ภาษาที่ใช้ในการสร้าง** ในการทำนั้นใช้ภาษาซี (C Language) ซึ่งเป็นการเขียนโปรแกรมโดยสามารถใช้คลังโปรแกรม(Libraries) ของภาษาซีต่างๆในการช่วยทำให้ส่วนของโปรแกรมประยุกต์นั้นทำงานได้ดียิ่งขึ้น
   2. **คุณลักษณะของโปรแกรมประยุกต์ (Features of Application)** โดยคุณลักษณะหลักๆเพื่อให้การทำงานของโปรแกรมประยุกต์นั้นมีดังนี้
      1. **การจัดการข้อมูลขาเข้า (Input Data Management)** เนื่องจากข้อมูลขาเข้านั้นเป็นข้อมูลรูปภาพมุมมองสามมิติ(Stereoscopic Image) ซึ่งโปรแกรมประยุกต์นี้นั้นจำเป็นต้องทำการเตรียมข้อมูลเพื่อให้สามารถส่งเข้าไปคำนวณภายในอุปกรณ์ตรรกะแบบโปรแกรมได้
      2. **การจัดการการเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง (Direct Memory Access Management)** โดยการทำงานของอุปกรณ์ตรรกะแบบโปรแกรมที่โครงงานนี้ได้เลือกใช้นั้น เป็นบอร์ด Zebboard และมีหน่วยประมวลผลกลาง แต่เนื่องจากการทำงานของโครงงานนี้นั้น ไม่จำเป็นต้องทำงานผ่านหน่วยประมวลผลกลางและงานเพียงอุปกรณ์ตรรกะแบบโปรแกรมได้เท่านั้น จึงต้องการลดภาระของหน่วยประมวลกลางโดยการทำการเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด
      3. **การจัดการข้อมูลขาออก (Output Data Management­­­)** หลังจากได้รับข้อมูลที่ผ่านการคำนวณภายในอุปกรณ์ตรรกะแบบโปรแกรมได้แล้วนั้น ก็จะทำการส่งข้อมูลกลับมายังโปรแกรมประยุกต์และเมื่อได้รับข้อมูลกลับมานั้นจำเป็นต้องจัดเรียงข้อมูลให้สามารถนำกลับไปแสดงผลเป็นสื่อสามมิติแบบหลายมุมมองได้
   3. **เครื่องมือสำหรับสร้างโปรแกรมประยุกต์ (Tools)** ในการสร้างโปรแกรมประยุกต์นั้น เราใช้โปรแกรม “Xilinx Software Development Kit” โดยเป็นโปรแกรมที่สามารถสร้างโปรแกรมประยุกต์บนภาษาซี (C Language) ได้ และยังสามารถทำการเขียนโปรแกรมลงบนอุปกรณ์ตรรกะแบบโปรแกรมได้ เพื่อให้อุปกรณ์นั้นสามารถทำงานตามที่เราต้องการได้



รูปที่ 4 แสดงหน้าจอโปรแกรม Xilinx Software Development Kit

1. **ส่วนของโปรแกรมบนอุปกรณ์ตรรกะแบบโปรแกรมได้(Field-Programmable Gate Array :FPGA)** เป็นส่วนที่เราทำการเขียนโปรแกรมสำหรับการเปลี่ยนจากมุมมองสามมิติแบบปกติเป็นมุมมองสามมิติแบบหลายมุมมอง โดยการทำงานนั้นประกอบไปด้วยรายละเอียดต่างๆดังนี้
   1. **ภาษาที่ใช้ในการสร้าง** โดยการทำงานบนอุปกรณ์ตรรกะแบบโปรแกรมได้นั้น ใช้ภาษาVerilog ซึ่งเป็นภาษาที่ใช้ในการอธิบายการทำงานของฮาร์ตแวร์(Hardware Description Language) และถูกใช้ในการสร้างระบบวงจรไฟฟ้า ส่วนใหญ่นั้นถูกใช้ในการออกแบบและการตรวจสอบวงจรดิจิตอล(Digital Circuits)
   2. **ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมบนอุปกรณ์ตรรกะแบบโปรแกรมได้(Component of Program on FPGA)** ในการสร้างนั้น จะมีวิธีการในการแปลงจากมุมมองสามมิติแบบปกติ(Stereoscopic) เป็นมุมมองสามมิติแบบหลายมุมมอง(Multi-Automultiscopic) โดยแนวคิดนั้นมีดังนี้
      1. **การแปลงมุมมองสามมิติแบบปกติเป็นคลื่นช่วงเล็ก(Decomposition into Wavelet)**

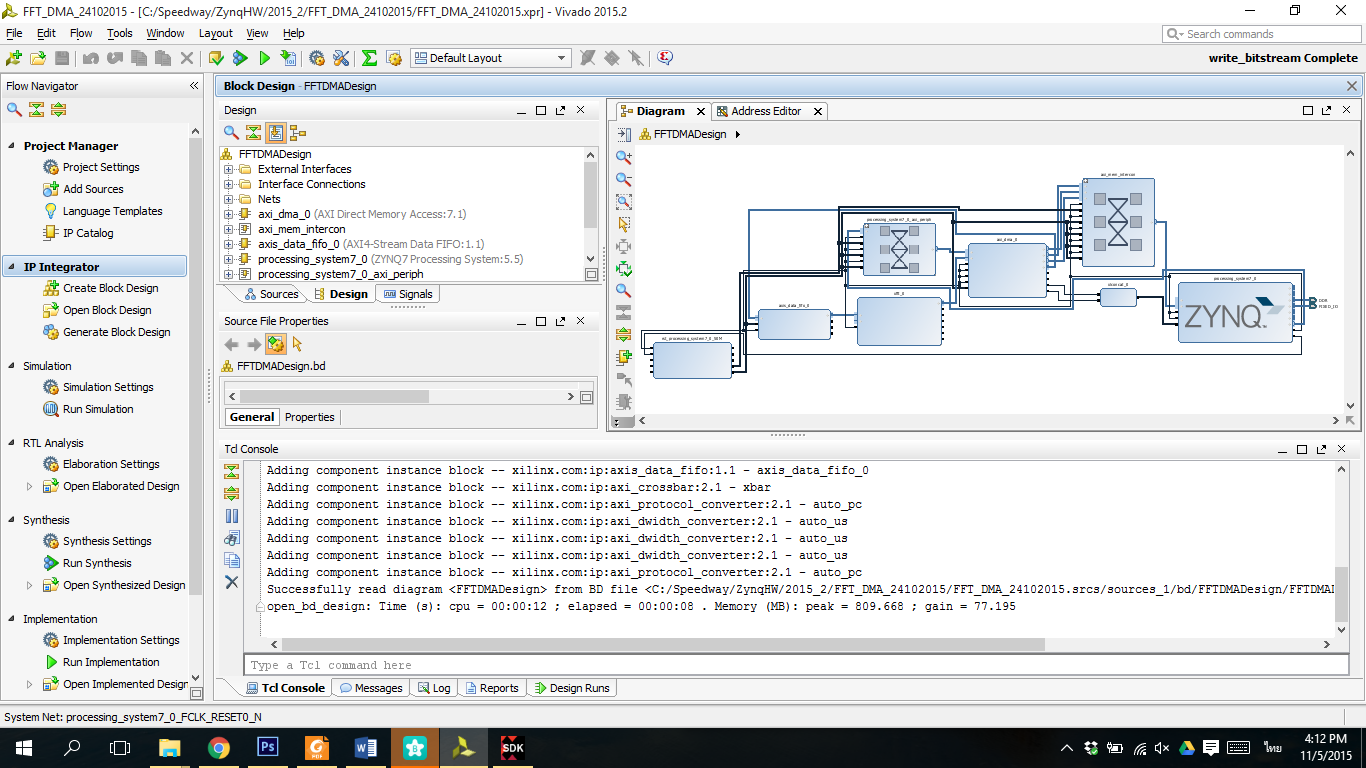
ในขั้นตอนนี้การใช้การแยกด้วยSteerable Pyramid(Steerable Pyramid Decomposition) โดยการนำข้อมูลขาเข้าเป็นข้อมูลมุมมองสามมิตินั้นจะมีรูปแบบเป็นรูปสองรูปคู่ โดยจะมีรูปซ้ายและรูปขวา และนำทั้งรูปซ้ายและรูปขวามาทำการแยกเพื่อให้ได้ข้อมูลแอมพลิจูด(Local Amplitude) และข้อมูลเฟส(Phase Information) เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณต่อไป

* + 1. **­­การประมาณความลึกต่อหนึ่งคลื่นช่วงเล็ก (Per-Wavelet Depth Estimation)** โดยวิธีการส่วนใหญ่นั้นจะเป็นการประมาณความแตกต่างต่อพิกเซล(Per-Pixel Disparity Estimation) แต่ในโครงงานนี้ทำโดยการพิจารณาด้วยการประมาณโดยคลื่นช่วงเล็กแทน­­­­ โดยเมื่อเราได้ข้อมูลคลื่นช่วงเล็กมาจากขั้นตอนแรกนั้น เรานำข้อมูลนั้นมาทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้อมูลจากรูปซ้ายและรูปขวาและเราจะได้ค่าความต่างของเฟส(Phase Difference) และนำความแตกต่างของเฟสนั้นมาคำนวณเพื่อที่จะได้ความแตกต่างต่อคลื่นช่วงเล็ก(Per-Wavelet Disparity) โดยวิธีการนั้นเป็นดังรูปด้านล่าง

รูปที่ 5 รูปแสดงขั้นตอนการทำงานตั้งแต่ข้อมูลขาเข้าและข้อมูลขาออกที่ได้

* + 1. **การสร้างมุมมองเพิ่มเติมขึ้นใหม่ (Novel views Reconstruction)** หลังจากเราทำขั้นตอนข้างต้นแล้วนั้นก็จะได้ข้อมูลความต่างต่อคลื่นช่วยเล็กๆ(Per-Wavelet Disparity) และในการสร้างมุมมองเพิ่มเติมนั้น เราจะทำโดยการแก้ไขตำแหน่งของคลื่นช่วงเล็กๆโดยทำแยกตามช่วงที่เราทำนำมาคำนวณและทำให้ได้ตำแหน่งของมุมมองใหม่ หลังจากนั้นทำแปลงกลับเป็นข้อมูลมุมมองสามมิติแบบหลายมุมมอง โดยการใช้การแปลงแบบไม่มีรูปแบบด้วย Fourier (Non-Uniform Fourier Transform) และทำการส่งข้อมูลกลับไปยังส่วนของโปรแกรมประยุกต์
  1. **เครื่องมือสำหรับออกแบบโปรแกรมบนอุปกรณ์ตรรกะแบบโปรแกรมได้(Tool for Implement Program in FPGA)** โดยในการออกแบบและทำการสร้างนั้นได้ใช้โปรแกรม “Vivado Design Suite Webpack Edition” ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถทำการออกแบบส่วนประกอบต่างๆรวมถึงเขียนโปรแกรมแสดงการทำงานขอส่วนประกอบที่ต้องการให้ทำงานได้บนอุปกรณ์ตรรกะแบบโปรแกรมได้

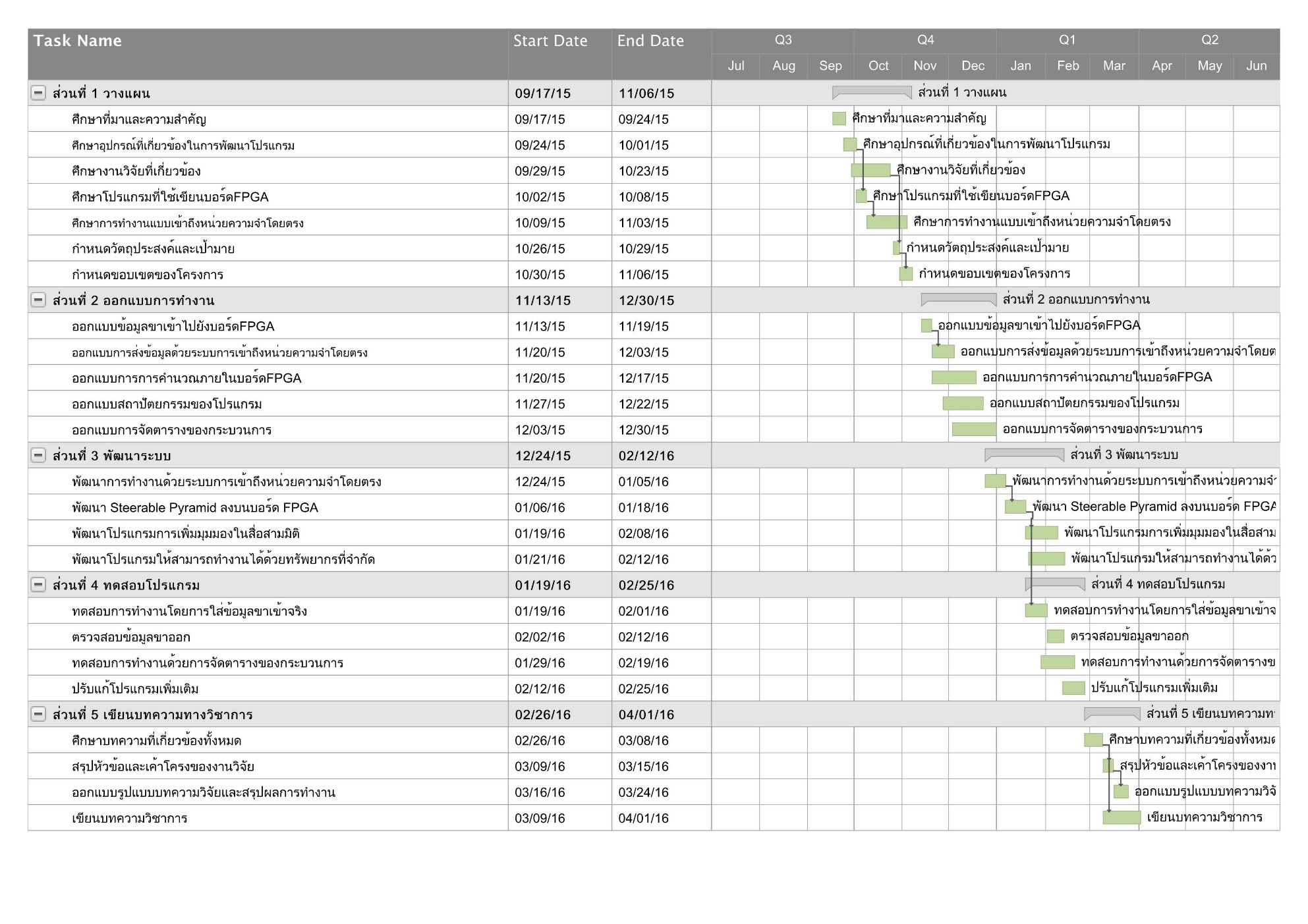
**­­**



**­­­­**

รูปที่ 6 รูปแสดงหน้าจอโปรแกรม Vivado Design Suite Webpack Edition

**ขั้นตอนการดำเนินงาน**

**แผนภูมิ Gantt แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน**

**รายการอ้างอิง**

1. Luke Plunkett**. “How 3D Actually Works”.** [Online]. [Cited 27 Oct, 2015].

Available from: <http://kotaku.com/5472582/how-3d-actually-works>

1. ดร. เกริก ภิรมย์โสภา. **“สถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์”.** [Book]. [Publication Date: Jun, 2014].
2. William Stalling, แปล สัลยุทธ์ สว่างวรรณ. **“Computer Organization & Architecture”.** [Book]. [Publication Year: 2003]. การนำข้อมูลเข้าและการส่งข้อมูล Chapter 7
3. School of Electronic and Communications Engineering: DIT. **“Direct Memory Access (DMA)”**. [Online]. [Cited 30 Oct, 2015].

Available from: <http://www.electronics.dit.ie/staff/tscarff/DMA/dma.htm>

1. Xilinx Inc. **“Field Programmable Gate Array (FPGA)”.** [Online]. [Cited 30 Oct, 2015].

Available from: [http://www.xilinx.com/training/fpga/fpga-field-programmable-gate-array.htm](http://www.xilinx.com/training/fpga/fpga-field-programmable-gate-array.htm%20)

1. Xilinx Inc. **“Spartan-II FPGA Family Architecture”.** [Online]. [Cited 30 Oct, 2015].

Available from: <http://www.datasheetarchive.com/files/xilinx/docs/rp00001/rp001e4.htm>

1. ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น. **“Operation System: Process”.** [Online]. [Cited 3 Nov, 2015].

Available from: <http://bc.feu.ac.th/pichate/os_c4/chapter4.htm>

1. Eero P. Simoncelli. **“The Steerable Pyramid”.** [Online]. [Cited 3 Nov, 2015]

Available from: <http://www.cns.nyu.edu/~eero/steerpyr/>

1. Eero P Simoncelli, William T Freeman. **“THE STEERABLE PYRAMID: A FLEXIBLE ARCHITECTURE FOR MULTI-SCALE DERIVATIVE COMPUTATION”.** 2nd IEEE International Conference on Image Processing. Washington, DC. October, 1995**.**
2. ภิญโญ แท้ประสาทสิทธ. **“การมองเห็นของคอมพิวเตอร์ขั้นพื้นฐาน”.** [Online]. [Cited 3 Nov 2015]. Available from: <http://www.cs.su.ac.th/~pinyotae/comvision/slides/Week3_2_Pyramid_LoG_Wavelet_fullPage.pdf>
3. Piotr Didyk, Pitchaya Sitthi-Amorn, William Freeman, Frédo Durand, Wojciech Matusik. **“Joint View Expansion and Filtering for Automultiscopic 3D Displays”.**

ACM Transactions on Graphics (Proceedings SIGGRAPH Asia 2013, Hong Kong).

1. , Pitchaya Sitthi-Amorn. **“Eulerian-Lagrangian Stereo-to-Multi-view Conversion”**. Unpublished Manuscript.