Custom GPIO IP

ในบทความนี้จะมาแนะนำวิธีการสร้าง GPIO IP ขึ้นมาด้วยตัวเอง และ การเพิ่ม GPIO IP ที่สร้างขึ้นนี้เป็น IP ใน Platform Designer บน Quartus

โดยจะอธิบายข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ GPIO และ Platform Designer ก่อนจะกล่าวถึงขั้นตอนการสร้าง

* GPIO ย่อมาจาก General Purpose Input/Output คือ ขา Input และ Output ใน Microcontroller หรือMicroprocessor ที่สามารถใช้ควบคุมหรือรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกได้ โดย GPIO สามารถกำหนดให้เป็น Input/Output ก็ได้ สำหรับ Altera ได้มี IP สำหรับใช้ควบคุม GPIO โดยมีชื่อว่า PIO core แต่หากต้องการสร้างฟังก์ชั่นสำหรับการควบคุม GPIO เพิ่มเติม เช่น การสร้างสัญญาณ PWM ออกที่ GPIO Ports ก็จำเป็นต้องสร้าง IP ของตัวเองขึ้นมาเพื่อนำไปใช้ในระบบด้วย Platform Designer
* Platform Designer คือ Software ของ Altera บน Quartus ที่เป็นเครื่องมือออกแบบระบบภายใน FPGA ที่ประกอบไปด้วย IP ต่างๆ ซึ่งจะทำการสร้าง logic สำหรับ Bus ภายในให้โดยอัตโนมัติ และแต่ละ IP ก็จะมีข้อกำหนดสำหรับ Interfaces เหมือนกันเพื่อให้สามารถสื่อสารกันได้ภายใต้ Bus ที่ระบบสร้างขึ้นมาให้

ขั้นตอนการเขียนไฟล์ VHDL เพื่อสร้างเป็น GPIO IP

* ก่อนอื่นต้องออกแบบ GPIO IP ที่จะสร้างโดยกำหนดสัญญาณ Input/Output ทั้งหมด พร้อมทั้งวาด Block Diagram คร่าวๆ

A diagram of a diagram

Description automatically generated

* ออกแบบการทำงานของ GPIO IP ในส่วนนี้อาจสร้างเป็น Register Map ขึ้นมาก็ได้

A grid of lines with small dots

Description automatically generated

* เขียนไฟล์ VHDL โดยเริ่มจากส่วน Entity คือกำหนดสัญญาณ Input/Output ของ GPIO IP ที่จะสร้างขึ้นนี้

A computer screen shot of a program

Description automatically generated

* ประกาศ Signals ต่างๆ ที่ต้องใช้ภายใน

A screen shot of a computer program

Description automatically generated

* Process การทำงานก็จะแบ่งเป็น Write กับ Read โดยจะมีการพิจารณา Address เพื่อเลือก Write/Read ระหว่าง DATA/DIRECTION ตามที่ได้ระบุไว้ใน Register Map

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

* สำหรับในบทความนี้จะทำการสร้าง GPIO IP แบบ BiDirection กล่าวคือสามารถกำหนดให้เป็น Port Input หรือ Output ได้จากค่าเขียนลงไปใน DIRECTION Register แต่จำเป็นต้องมี Tri-state buffer เพื่อไม่ให้เป็น Port Input และ Output พร้อมกัน ซึ่งจะไม่สามารถทำงานได้

A screen shot of a computer program

Description automatically generated

ขั้นตอนการเพิ่ม GPIO IP ที่สร้างขึ้นเป็น IP ใน Platform Designer บน Quartus

* สร้าง Project ขึ้นมาบน Quartus

A screenshot of a computer

Description automatically generated

* เปิด Tools 🡪 Platform Designer

A screenshot of a computer

Description automatically generated

* เมื่อเปิดขึ้นมาแล้ว ให้เลือก New Component บนแท็บ IP Catalog ทางซ้าย

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

* จะปรากฏหน้าต่าง Component Editor ขึ้นมา โดยในแท็บ Component Type ให้ใส่ Name ( ชื่อที่จะปรากฏบนแท็บ System Contents และเป็นชื่อของ Componet นี้หลังจาก Generate ระบบนี้เป็นไฟล์ HDL ) และ Display name ( ชื่อที่จะปรากฏบนแท็บ IP Catalog ) ส่วนรายละเอียดที่เหลือเป็น Optional

A screenshot of a computer

Description automatically generated

* ไปที่แท็บ Files บนหน้าต่าง Component Editor จากนั้นกด Add File ที่ Synthesis Files แล้วเลือกไฟล์ VHDL ที่ได้เขียนไว้เพื่อสร้าง GPIO IP เสร็จแล้วกด Open

A screenshot of a computer

Description automatically generated

* กด Analyze Synthesis Files โดยถ้าไม่มี Errors ในไฟล์ VHDL ที่ Add เข้ามาก็จะขึ้นหน้าต่าง Analyzing Synthesis Files Completed จากนั้นกด Close เพื่อปิดหน้าต่างดังกล่าว ( หากมีการ Add Files มากกว่า 1 Files จำเป็นต้องกำหนด Top-level File ที่ Attributes ให้ถูกต้อง )

A screenshot of a computer

Description automatically generated

* ไปที่แท็บ Signals & Interfaces ในส่วนนี้จะต้องตรวจสอบและตั้งค่า Interfaces และ Signal ใน Interfaces นั้นๆ ให้ถูกต้อง

A screenshot of a computer

Description automatically generated

* ตั้งค่า Signals & Interfaces ซึ่งตามที่ได้ออกแบบไว้จะมี Interfaces 4 ส่วน ได้แก่ Clock Input, Reset Input, Avalon Memory Mapped Slave, Conduit สำหรับ Signals ต่างๆ ในแต่ละ Interfaces แสดงในภาพ เสร็จแล้วตรวจสอบแท็บ Messages ด้านล่างว่าไม่มี Errors ค่อยกด Finish

A screenshot of a computer

Description automatically generated

* GPIO IP ที่เราสร้างก็จะแสดงในแท็บ IP Catalog

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

* Double-Click เพื่อ Add เข้ามาในระบบ โดยใส่ค่า Parameters ตามที่ต้องการก่อน เสร็จแล้วกด Finish

A screenshot of a computer

Description automatically generated

* สามารถกด Show signals เพื่อดูสัญญาณทั้งหมดได้ ซึ่งจะพบว่ามีลักษณะเหมือนกับ Block Diagram ที่ได้วาดไว้

A screenshot of a computer

Description automatically generated

* GPIO IP ของเราก็จะปรากฏบนแท็บ Systems Contents เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อสัญญาณกับ Components อื่นๆ ในระบบนี้ได้ ถือเป็นอันเสร็จสิ้นการเพิ่ม GPIO IP ที่สร้างขึ้นเองเป็น IP บน Platform Designer

A screenshot of a computer

Description automatically generated