

МОНГОЛ УЛСЫН ИХ СУРГУУЛЬ

ХЭРЭГЛЭЭНИЙ ШИНЖЛЭХ УХААН, ИНЖЕНЕРЧЛЭЛИЙН СУРГУУЛЬ

ЭЛЕКТРОНИК, ХОЛБООНЫ ИНЖЕНЕРЧЛЭЛИЙН ТЭНХИМ

Махбалын Бүрэнзаяа

RISC процессорын HDL гүйцэтгэл

Компьютер зохион байгуулалт бие даалт

Улаанбаатар хот

2024 оны 2 сар

RISC процессорын HDL гүйцэтгэл

*Махбал Бүрэнзаяа*

*Электроник*

*Электроник холбооны инжинерчлэлмйн тэнхим*

*Мэдээллийн Технологи, Электроникийн Сургууль*

*bvrnee1009@gmail.com*

*Хураангуй* — *Энэхүү бие даалтын ажлаар нь MIPS 32 битийн процессорын core дизайныг HDL - ээр гүйцэтгэнэ. Нэг циклт 32 битийн процессорын core дизайныг гаргаж туршиж үзсэн. 5 pipeline stage - тэй болгож ажиллагааг сайжруулан, өгөгдөл болон удирдлагын хязгаарлалтуудыг шийдвэрлэн, гарсан үр дүнг харьцуулан туршилт хийж гүйцэтгэсэн.*

Түлхүүр үг — Reduced Instruction Set Computer (RISC), Microprocessor without Interlocked Pipelined Stages (MIPS), Instruction Set Design (ISD), Verilog.

# **УДИРТГАЛ**

Дижитал систем нь хоорондоо холбогдсон дижитал хэсгүүд болох тоолуур, буфер, логик гейт болон санах элементүүдийн цогц гэж болно. Микропроцессор, микроконтроллёр гэх мэт томоохон дижитал системыг хурдтай, үр ашиг өндөртэй байхаар загварчлах эсвэл өөрчлөлт сайжруулалт хийх нь тооцоолол, судалгаа их шаарддаг.

Орчин үед гар утас, таблет гэх төхөөрөмжүүд хүний амьдралд чухал хэрэгцээт зүйл болтлоо хөгжсөн байна. Энэ хэрэгцээг дагаад өндөр хурдтай, чадал бага зарцуулдаг, хэмжээ багатай гэх шаардлагатай тулгарна. Процессорын архитектур хэдий зэрэг комплекс болно түүнд шаардагдах транзисторын тоо нэмэгдэж улмаар хэмжээ, чадал зарцуулалт ихэсдэг [1]. Ийм учраас ембеддед төхөөрөмжүүдэд RISC архитектур тохиромжтой байдаг.

RISC – “Reduced Instruction Set Computer” нь харьцангуй цөөхөн инструкцтэй байдаг тул “Hardwired” буюу процессорын бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг ISD – д зориулан загварчилдаг. Энэ нь инструкцын гүйцэтгэлийг хурдасгахаас гадна удирлагын логикыг хялбарчилж өгдөг [3]. Энэхүү бие даалтын сэдвийн хүрээнд 32 битын MIPS буюу RISC архитуртай микропроцессорын core ыг HDL – ашиглан хийж гүйцэтгэнэ.

# **32 БИТ MIPS МИКРОПРОЦЕССОРЫН СИСТЕМ АРХИТЕКТУР**

MIPS – “Microprocessor without Interlocked Pipelined Stages” нь RISC архитуртай, pipeline ажиллагаатай микропроцессор юм. MIPS микропроцессор нь дараах үндсэн шинж чанаруудтай.

**Тогттсон инструкцын хэмжээ** – бүх төрлийн инструкци адил хэмжээтэй байна. Ижил хэмжээтэй

инструкцыг декод хийх нь хэт комплекс дижитал систем шаардалгүйгээр, инстукцыг унших болон задлах хэсгүүдийг логик хэлхээг хялбаршуулдаг. Мөн MIPS микропроцессорт зориулагдсан машин хэлний хөрвүүлэгчын ажиллагааг хурдасгаж өгдөг.

**Регистр файл** – 32 битын MIPS микропроцессор нь нийт 32 ширхэг 32 битын General Purpose Register (GPR) – тэй байдаг. Олон регистертэй архитектур дээр регисетрээс регистер хооронд хандаж, өгөгдлийг боловсруулах боломжтой байдаг. Регистер хооронд хийгдэж буй инструкц нь гүйцэтгэл хурдан байдаг давуу талтай.

**Санах ойд өгөгдөл дамжуулах** “Load-Store Архитектур” – MIPS микропроцессор дээр санах ойд хандахын тулд зөвхөн load, store инстукцыг ашигладаг. Санах ой дахь өгөгдөлд хандах нь хамгийн удаан гүйцэтгэлтэй байдаг тул санах ой дахь өгөгдөлд шууд процесс хийх инструцыг хязгаарлаж өгдөг.

1. **Нэг циклт гүйцэтгэл.**

MIPS микропроцессорын инструкци нь ашиглаж буй дижитал элементүүдээрээ, гүйцэтгэх үүргээрээ ерөнхийдөө гурван төрөлд хуваагддаг.

* Санах ойд хандах - load word (lw), store word (sw)
* Арифметик логик - add, sub, and, or, болон slt гэх мэт
* Удирдлага салаалах - branch equal (beq) болон jump (j).

Инструкцууд нь төрлөөрөө хуваагдаж байгаа ч бүхийл инструкц хийгдэх эхний хоёр алхам адил байна.

1. Програм тоолуурын “Program Counter (PC)” утгаар инструкцын санах ой “Instruction Memory” – ын харгалзах үүрнээс инструкцыг уншиж авах “Instruction fetch (IF)”.
2. Уншсан инструкцыг задалсаны “Instruction decode (ID)” дараагаар процесс хийгдэх нэг эсвэл хоёр регистрыг уншина.

Энэ хоёр алхамын дараагаар инструкцын төрлөөс хамаарч үйлдэл хийгдэх Execution (EX) хэдий ч jump инструкцаас бусад бүх инструкци arithmetic-logical unit (ALU) – г ашигладаг. Тодорхойлвол

* Санах ойд хандах инсрукцын хувьд санах ойн хаягийг бодох.
* Арифметик логик инсрукцын хувьд арифметик үйлдэл гүйцэтгэх.
* Удирдлага салаалах инсрукцын хувьд жиших үйлдэл хийнэ.

ALU ашигласаны дараагаар инструкцын төрлөөс хамаарч хийгдэх үйлдэлүүд бүгд ялгаатай байна.

* Санах ойд хандах инсрукцын хувьд бодож гаргасан санах ойн хаягаас өгөгдлийн унших уу, бичих үү эсэх хийгдэнэ.
* Арифметик логик инсрукцын хувьд арифметик үйлдэл үйлдлийн хариуг заасан регисрлүү бичнэ.
* Удирдлага салаалах инсрукцын хувьд PC – ын утгийг өөрчилнө эсвэл 4 өөр нэмэгдсэн утгаар солино.

1. **Олон циклт гүйцэтгэл.**
2. **Пайплайн.**
3. **Пайплайн хязгаарлалтууд.**

# **HDL – ДЭЭРХ ГҮЙЦЭТГЭЛ**

# **ТУРШИЛТ, СИМУЛЯЦИ**

# **ГҮЙЦЭТГЭЛ ХООРОНДЫН ХАРЬЦУУЛАЛТ**

# **ДҮГНЭЛТ**

# **НОМ ЗҮЙ**

# **ХАВСРАЛТ**