รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Terms of Reference: TOR)

ครุภัณฑ์ระบบประมวลผลสมรรถนะสำหรับ AI แบบเบ็ดเสร็จ จำนวน 1 ระบบ

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1. ความเป็นมา/หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ชนิดเจเนอเรทีฟ (Generative AI) และแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ (Large Language Models - LLMs) ได้กลายเป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนนวัตกรรมและการวิจัยในทุกภาคส่วน องค์กรจำเป็นต้องมีโครงสร้างพื้นฐานด้านการประมวลผลสมรรถนะสูง (High-Performance Computing) ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ เพื่อรองรับการพัฒนา ฝึกฝน และให้บริการโมเดล AI ที่มีความซับซ้อนเหล่านี้

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาระบบ AI โดยเฉพาะการใช้ข้อมูลภายในองค์กรที่มีความอ่อนไหว (Sensitive Data) เพื่อสร้างโมเดลที่ตอบสนองต่อบริบทเฉพาะ (เช่น การทำ Retrieval Augmented Generation - RAG) จำเป็นต้องดำเนินการบนแพลตฟอร์ม Private Cloud ที่มีความปลอดภัยสูง เพื่อรักษาความลับของข้อมูล (Data Sovereignty and Privacy)

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศเห็นถึงความสำคัญของการมีแพลตฟอร์ม AI Private Cloud แบบเบ็ดเสร็จที่ผสานรวมฮาร์ดแวร์ (เช่น NVIDIA H200) และซอฟต์แวร์ (เช่น NVIDIA AI Enterprise, MLFlow, Kubeflow) ที่ได้รับการรับรองและปรับแต่งมาจากผู้ผลิตให้ทำงานร่วมกันได้อย่างสมบูรณ์ ช่วยลดความซับซ้อนและระยะเวลาในการติดตั้ง (Rapid Deployment) ลดภาระการดูแลรักษาระบบ (Reduced Maintenance Overhead)

ดังนั้น สำนักวิทยบริการฯ จึงมีความจำเป็นต้องจัดซื้อ ครุภัณฑ์ระบบประมวลผลสมรรถนะสำหรับ AI แบบเบ็ดเสร็จ จำนวน 1 ระบบ เพื่อช่วยให้อาจารย์ นักวิจัย นักวิทยาศาสตร์ข้อมูล นักพัฒนาขององค์กร และนักศึกษา สามารถเข้าถึงเครื่องมือ AI ที่ทันสมัย เพื่อสร้างนวัตกรรมและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันขององค์กรได้อย่างรวดเร็วและปลอดภัย

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อจัดหาและติดตั้งระบบประมวลผลสมรรถนะสูงสำหรับ AI แบบเบ็ดเสร็จที่พร้อมใช้งาน รองรับการพัฒนาและให้บริการปัญญาประดิษฐ์ชนิดสร้างเนื้อหา

2.2 เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมการวิจัย พัฒนา และสร้างนวัตกรรมด้านปัญญาประดิษฐ์และแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ภายในมหาวิทยาลัย

3. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

เป็นไปตามระบบการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ

4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

4.1 เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายประมวลผลความเร็วสูงหลัก จำนวน 2 ชุด มีคุณลักษณะอย่างน้อยดังต่อไปนี้

4.1.1 เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) แบบติดตั้งบน Rack โดยเฉพาะ ที่มีความสูงไม่เกิน 2U Rack พร้อมรางเลื่อนเพื่อความสะดวกในการใช้งาน

4.1.2 มีหน่วยประมวลผลกลางชนิด AMD EPYC แบบ 32-Core หรือดีกว่า มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่ต่ำกว่า 3.0GHz มี L3 Cache ไม่น้อยกว่า 128MB จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย

4.1.3 มีหน่วยความจำหลักขนาดไม่น้อยกว่า 256 GB แบบ DDR5 RDIMM หรือดีกว่า

4.1.4 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด NVMe SSD หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย โดยแต่ละหน่วยจะต้องมีความจุไม่น้อยกว่า 480GB และรองรับการถอดเปลี่ยนแบบ Hot-Plug หรือ Hot-swap ได้

4.1.5 มี Network Interface แบบ 25Gb SFP28 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่อง

4.1.6 มีหน่วยประมวลผลกราฟฟิก NVIDIA H200 NVL 141 GB PCIe หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย

4.1.7 มี Driver, Firmware, Software Management tools มาพร้อมกับตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยทำการติดตั้งบน NAND Storage ที่อยู่บนเมนบอร์ด เพื่อความสะดวกในการเรียกใช้งาน driver

4.1.8 มี Power Supplies ขนาดไม่น้อยกว่า 1600 Watts จำนวน 4 หน่วย และรองรับการถอดเปลี่ยนแบบ Hot Plug หรือ Hot Swap ได้

4.1.9 ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายมีพอร์ตเชื่อมต่ออุปกรณ์ USB 3.0 หรือดีกว่าที่ ตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังและภายในตัวเครื่อง รวมไม่น้อยกว่า 4 ports เป็นอย่างน้อย

4.1.10 สามารถบริหารจัดการเครื่องผ่าน Management Port ชนิด USB ที่ติดตั้งอยู่ด้านหน้าเครื่องได้

4.1.11 มี Remote Management Port อย่างน้อย 1 พอร์ต เพื่อช่วยในการจัดการ กับ Server จากระยะไกล ผ่าน Web Base Application (Remote) สามารถสั่ง Power ON, Power OFF, Restart เครื่อง Server และตั้งค่าใน Bios ได้ และสามารถทำ Virtual KVM Remote

Graphical Console, Virtual Power Button Control, Virtual Media และ Virtual Folder ได้ รองรับการสั่งงานระยะไกล (Remote) ได้เป็นอย่างน้อย

4.1.12 มีระบบบริหารจัดการการ (Management) เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายผ่านบริการแบบ Cloud Service จากผู้ผลิตเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย โดยสามารถตรวจสอบสถานะการทำงาน, ตรวจสอบ Firmware Compliance และแจ้งเตือนปัญหาที่เกี่ยวกับฮาร์ดแวร์ผ่านทาง email และมีความสามารถในการให้คำแนะนำสำหรับการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างน้อย ผ่านทาง Web GUI และสามารถกำหนด Role-based access และ Multi-Factor Authentication (MFA) สำหรับแต่ละ User ได้ รองรับ Rest APIs และสามารถแสดงผลค่า Carbon Footprint ในการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายในแต่ละวันโดยสามารถแสดงผลเป็นรายงานย้อนหลังได้ไม่น้อยกว่า 30 วัน

4.1.13 มี bios workload function ไม่น้อยกว่า 12 template ให้เลือกเพื่อปรับการทำงานของเครื่องให้ตรงกับลักษณะงาน

4.1.14 รองรับการทำงานร่วมกับ Windows Server 2022, Red Hat Enterprise Linux, SUSE Linux Enterprise Server, VMware, ได้เป็นอย่างน้อย

4.1.15 เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่นำเสนอต้องมีระบบรักษาความปลอดภัยสำหรับ firmware (UEFI Secure Boot) และสามารถกู้คืน firmware ที่มีปัญหาได้โดยอัตโนมัติ อีกทั้งรองรับมาตรฐานความปลอดภัยอื่นๆ อันได้แก่ FIPS 140-2, AES, 3DES และ CNSA หรือมาตรฐานอื่นๆที่เทียบเท่า เป็นต้น

- มาตรฐานการผลิต/บริการตาม ISO 9000 Series
- มาตรฐานระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14001
- มาตรฐานการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตาม FCC หรือ EN หรือ VCCI หรือ CE
- มาตรฐานความปลอดภัยด้านไฟฟ้าตาม UL หรือ EN หรือ TUV หรือ CSA หรือ IEC
- มาตรฐาน Green Technology เช่น WEE Mark หรือ RoHS หรือ ECO Declaration หรือ EPEAT หรือ Energy Star หรือ EU Lot9

โดยแนบเอกสารหลักฐานประกอบการพิจารณาในวันยื่นข้อเสนอ

4.2 เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายประมวลผลหลักสำหรับติดตั้งระบบบริหารจัดการ จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะอย่างน้อยดังต่อไปนี้

4.2.1 เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) แบบติดตั้งบน Rack โดยเฉพาะ ที่มีความสูงไม่เกิน 2U Rack พร้อมรางเลื่อนเพื่อความสะดวกในการใช้งาน

4.2.2 มีหน่วยประมวลผลกลางชนิด AMD EPYC แบบ 48-Core หรือดีกว่า มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่ต่ำกว่า 3.1GHz มี L3 Cache ไม่น้อยกว่า 256MB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย

4.2.3 มีหน่วยความจำหลักขนาดไม่น้อยกว่า 256 GB แบบ DDR5 RDIMM หรือดีกว่า

4.2.4 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด NVMe SSD หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย โดยแต่ละหน่วยจะต้องมีความจุไม่น้อยกว่า 480GB และรองรับการถอดเปลี่ยนแบบ Hot-Plug หรือ Hot-swap ได้

4.2.5 มี Network Interface แบบ 25Gb SFP28 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่อง

4.2.6 มี Driver, Firmware, Software Management tools มาพร้อมกับตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยทำการติดตั้งบน NAND Storage ที่อยู่บนเมนบอร์ด เพื่อความสะดวกในการเรียกใช้งาน driver

4.2.7 มี Power Supplies ขนาดไม่น้อยกว่า 800 Watts จำนวน 2 หน่วย และรองรับการถอดเปลี่ยนแบบ Hot Plug หรือ Hot Swap ได้

4.2.8 ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายมีพอร์ตเชื่อมต่ออุปกรณ์ USB 3.0 หรือดีกว่าที่ ตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังและภายในตัวเครื่อง รวมไม่น้อยกว่า 4 ports เป็นอย่างน้อย

4.2.9 สามารถบริหารจัดการเครื่องผ่าน Management Port ชนิด USB ที่ติดตั้งอยู่ด้านหน้าเครื่องได้

4.2.10 มี Remote Management Port อย่างน้อย 1 พอร์ต เพื่อช่วยในการจัดการ กับ Server จากระยะไกล ผ่าน Web Base Application (Remote) สามารถสั่ง Power ON, Power OFF, Restart เครื่อง Server และตั้งค่าใน Bios ได้ และสามารถทำ Virtual KVM Remote Graphical Console, Virtual Power Button Control, Virtual Media และ Virtual Folder ได้ รองรับการสั่งงานระยะไกล (Remote) ได้เป็นอย่างน้อย

4.2.11 มีระบบบริหารจัดการการ (Management) เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายผ่านบริการแบบ Cloud Service จากผู้ผลิตเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย โดยสามารถตรวจสอบสถานะการทำงาน, ตรวจสอบ Firmware Compliance และแจ้งเตือนปัญหาที่เกี่ยวกับฮาร์ดแวร์ผ่านทาง email และมีความสามารถในการให้คำแนะนำสำหรับการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างน้อย ผ่านทาง Web GUI และสามารถกำหนด Role-based access และ Multi-Factor Authentication (MFA) สำหรับแต่ละ User ได้ รองรับ Rest APIs และสามารถแสดงผลค่า Carbon Footprint ในการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายในแต่ละวันโดยสามารถแสดงผลเป็นรายงานย้อนหลังได้ไม่น้อยกว่า 30 วัน

4.2.12 มี bios workload function ไม่น้อยกว่า 12 template ให้เลือกเพื่อปรับการทำงานของเครื่องให้ตรงกับลักษณะงาน

นายแสงสรรค์ ตินารักษ์	นายณัฐพงศ์ การะน้อย	นายคมจักร คำเสียง	นายปุณยธิษณ์ โยธินบุญพิทักษ์	นายสาคร พรมจันทรา
ประธานกรรมการ	กรรมการ	กรรมการ	กรรมการ	กรรมการและเลขานุการ

4.2.13 รองรับการทำงานร่วมกับ Windows Server 2022, Red Hat Enterprise Linux, SUSE Linux Enterprise Server, VMware, ได้เป็นอย่างน้อย

4.2.14 เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่นำเสนอต้องมีระบบรักษาความปลอดภัยสำหรับ firmware (UEFI Secure Boot) และสามารถกู้คืน firmware ที่มีปัญหาได้โดยอัตโนมัติ อีกทั้งรองรับมาตรฐานความปลอดภัยอื่นๆ อันได้แก่ FIPS 140-2, AES, 3DES และ CNSA หรือมาตรฐานอื่นๆที่เทียบเท่า เป็นต้น

- มาตรฐานการผลิต/บริการตาม ISO 9000 Series
- มาตรฐานระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14001
- มาตรฐานการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตาม FCC หรือ EN หรือ VCCI หรือ CE
- มาตรฐานความปลอดภัยด้านไฟฟ้าตาม UL หรือ EN หรือ TUV หรือ CSA หรือ IEC
- มาตรฐาน Green Technology เช่น WEE Mark หรือ RoHS หรือ ECO Declaration หรือ EPEAT หรือ Energy Star หรือ EU Lot9

โดยแนบเอกสารหลักฐานประกอบการพิจารณาในวันยื่นข้อเสนอ

4.3 ระบบหน่วยจัดเก็บข้อมูลภายนอก (External Storage) จำนวน 1 หน่วย โดยแต่ละหน่วย มีคุณลักษณะเฉพาะอย่างน้อยดังต่อไปนี้

4.3.1 มีส่วนควบคุมอุปกรณ์ (Controller) จำนวนอย่างน้อย 2 หน่วย โดยเมื่อ Controller ตัวใดตัวหนึ่งเสีย ตัวที่เหลือสามารถทำงานต่อได้โดยไม่มีผลกระทบต่อผู้ใช้งาน โดยรองรับเทคโนโลยี Disaggregated Scale-Out Block Storage โดยมี Cache Memory ขนาดรวมไม่น้อยกว่า 256 GB ต่อ Controller

4.3.2 ระบบที่นำเสนอต้องให้บริการแบบ iSCSI โดยมี Host Interface แบบ 25Gbps จำนวนไม่น้อยกว่า 4 port

4.3.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล External Storage ชนิด NVMe SSD ชนิด TLC หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 10 หน่วย โดยแต่ละหน่วยมีขนาดไม่น้อยกว่า 3.84 TB

4.3.4 รองรับการติดตั้ง Hard disk ขนาด 2.5” ชนิด NVMe SSD สามารถ จัดการภายใต้ Controller เดียวกันได้

4.3.5 สามารถติดตั้ง Storage ได้สูงสุด 24 หน่วย และรองรับการขยายได้ไม่น้อยกว่า 240 หน่วยโดยการเพิ่ม Disk Enclosure

4.3.6 สนับสนุนการทำงานแบบ RAID ป้องกันการเสียหายของดิสก์ได้ 2 หน่วยพร้อมกัน สนับสนุนการทำเนื้อที่ Spare หรือ Hot Spare Disk

4.3.7 รองรับการทำ Thin Provisioning โดยจะต้องเพิ่มหรือลด (Space Reclaimed) เนื้อที่ของ Thin Provisioning ได้พร้อมลิขสิทธิ์การใช้งานแบบไม่จำกัดพื้นที่

4.3.8 รองรับการทำงานแบบ Wide Striping โดยทำการกระจายข้อมูล (stripping) ไปอยู่ใน disk ทุกก้อน รวมถึงสามารถทำการ balance เนื้อที่ระหว่าง Disk ได้อัตโนมัติ

4.3.9 รองรับการสร้าง Logical Drive ได้สูงสุด 512 Volume และ รองรับการสร้าง Volume ขนาด 64TB ได้

4.3.10 รองรับการทำ multi-pathing ได้โดยไม่ต้องนำเสนอลิขสิทธิ์เพิ่มเติม

4.3.11 รองรับการทำ Snapshot ได้ไม่น้อยกว่า 512 ชุด และมีความสามารถในการทำ Volume Clone หรือ Volume Copy

4.3.12 รองรับการทำ Data Replication ระหว่าง Site ได้ และรองรับการทำ Storage Replication และใช้งานร่วมกันกับ VMware Site Recovery Manager (SRM)

4.3.13 รองรับ VMWARE vCenter Plugin สามารถตรวจสอบการใช้งานสตอเรจตั้งแต่ DataStore ไปจนถึง Volume Level ได้แก่ ทำการ สร้าง ขยาย หรือลบ DataStore แสดงผล LUN / volume การเชื่อมต่อระหว่าง Virtual Machine ไปจนถึง ESX Server กับ SAN Storage

4.3.14 รองรับการทำงานร่วมกับ VMWARE vStorage API for Array Integration (VAAI) เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของ Storage ได้แก่ Full Copy or Hardware Assisted, Block Zeroing or Hardware Assisted Zeroing, Hardware Assisted Locking or Atomic Test and Set (ATS) และ Unmap คืนเนื้อที่ ได้เป็นอย่างน้อย

4.3.15 มี Power Supplies และ Cooling Fans ทำงานแบบ Redundant และ Hot Plug ได้ รองรับการเปลี่ยน หรือ upgrade controller โดยไม่หยุดระบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน

4.3.16 รองรับการทำงานร่วมกับระบบปฏิบัติการดังต่อไปนี้ MS Windows Server, IBM-AIX, HP-UX, Red Hat Enterprise Linux, SUSE Enterprise Linux, VMware ได้เป็นอย่างน้อย

4.3.17 อุปกรณ์ระบบหน่วยจัดเก็บข้อมูลภายนอกที่เสนอ จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่เสนอ และอยู่ภายใน Leadership Quadrant ของ Gartner Magic Quadrant ด้าน Primary Storage ปีล่าสุด

4.3.18 มีเครื่องมือวิเคราะห์ตรวจสอบการใช้งานอุปกรณ์ (Health Check Tool) ที่สามารถทำนายความผิดพลาดหรือความเสียหายของอุปกรณ์ก่อนที่จะเกิดขึ้น

4.4 อุปกรณ์กระจายสัญญาณระบบเครือข่าย (L3 Switch) ขนาด 18 ช่อง จำนวน 2 เครื่อง มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

4.4.1 มีพอร์ต 25 Gigabit Ethernet แบบ SFP28 จำนวนไม่น้อยกว่า 18 พอร์ต และพอร์ต 40/100 Gigabit Ethernet แบบ QSFP+ หรือ QSFP28 จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต

4.4.2 เป็นอุปกรณ์ที่มี Switching bandwidth หรือ Switching capacity ไม่น้อยกว่า 2.16 Tbps

4.4.3 มีหน่วยความจำหลัก (System Memory) ขนาดไม่น้อยกว่า 32 GB และ Flash Memory หรือ SSD ไม่น้อยกว่า 128 GB

4.4.4 รองรับการทำ Virtual Switching หรือ Virtual Switching Extension (VSX) หรือ Virtual Switching Framework (VSF) ได้

4.4.5 รองรับการทำ VLAN ได้ไม่น้อยกว่า 4,000 Active VLANs ตามมาตรฐาน IEEE 802.1Q

4.4.6 รองรับ Routing Table ขนาดไม่น้อยกว่า 130,000 Entries (IPv4) และ 32,000 Entries (IPv6)

4.4.7 รองรับการทำ Routing แบบ Static IP Routing, OSPF, OSPFv3, Policy based routing และ BGP ได้

4.4.8 รองรับการทำ Overlay หรือ Tunneling ด้วย Virtual Extensible LAN (VXLAN) และ EVPN ได้

4.4.9 รองรับการทำงานตามมาตรฐาน Rapid Per-VLAN Spanning Tree (RPVST+) หรือ PVST+ ได้

4.4.10 มี Power Supply แบบ Redundant ซึ่งสามารถทำงานกับระบบไฟฟ้าแบบ 220 VAC, 50 Hz ได้

4.4.11 มีสาย Direct Attach Copper Cable (DAC) 100G ความยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 1หน่วย

4.4.12 มีสาย Direct Attach Copper Cable (DAC) 25G ความยาวไม่น้อยกว่า 5 เมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 8 หน่วย

4.4.13 มีโมดูล 10Gb SFP+ SR Transceiver จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย

4.5 **ระบบ AI Workspace และ AI Research Platform จำนวน 1 ระบบ มีคุณลักษณะอย่างน้อยดังต่อไปนี้**

4.5.1 พัฒนาระบบ Multi-Agent Collaborative Workspace ที่ประกอบด้วยเอเจนต์เฉพาะทาง 4 ประเภท ได้แก่ General, Idea, Strategy และ Knowledge แต่ละเอเจนต์มีพื้นที่ ทำงาน (Canvas) และความสามารถเฉพาะของตนเองและทำงานบนโปรเจกต์ร่วมกัน (Shared Project Memory)

4.5.2 เอเจนต์สนทนาทั่วไป (General Agent) รองรับการสนทนาทั่วไปแบบข้อความที่ใช้ความจำร่วมกับโปรเจกต์เดียวกัน โดยไม่ต้องมี Canvas เฉพาะทาง เหมาะสำหรับคำถามระยะสั้นหรือ

การสรุปเนื้อหาจากบันทึกการประชุมรองรับการดึงข้อมูลจากเอเจนต์อื่นในโปรเจกต์เดียวกันมาตอบคำถามได้

4.5.3 เอเจนต์สำหรับระดมความคิด (Idea Agent) รองรับการสร้าง Canvas ระดมความคิดแบบอิสระ ให้ผู้ใช้วางโหนดความคิดและลากเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ระหว่างโหนดได้ AI ช่วยแตกความคิดหลักออกเป็นความคิดย่อยหรือแนวทางเลือกโดยอัตโนมัติเมื่อผู้ใช้ร้องขอ เมื่อโหนดต้นทางถูกแก้ไข ระบบต้องทำเครื่องหมาย (Flag) โหนดลูกที่เกี่ยวข้องให้ผู้ใช้ทราบว่าควรทบทวนความสอดคล้อง

4.5.4 เอเจนต์สำหรับวางแผนกลยุทธ์ (Strategy Agent) รองรับกรอบการวิเคราะห์เชิงกลยุทธ์อย่างน้อย SWOT และ TOWS Matrix ระบบสร้างเทมเพลตของแต่ละกรอบการวิเคราะห์ให้อัตโนมัติเมื่อผู้ใช้เลือกใช้งาน พร้อมช่องกรอกข้อมูล (Slot) ที่ตรงตามโครงสร้าง รองรับการแปลงผลระหว่างกรอบการวิเคราะห์ เช่น การนำผล SWOT มาสร้าง TOWS Action Quadrant ต่อเนื่องกันได้ รองรับผู้ใช้หลายคนแก้ไข Canvas เดียวกันได้ โดยข้อมูลอัปเดตเมื่อผู้ใช้บันทึกหรือรีเฟรช (Asynchronous)

4.5.5 เอเจนต์ฐานความรู้ (Knowledge Agent) แปลงเอกสารที่อัปโหลด (PDF, Word, ข้อความ) ให้เป็นฐานความรู้ที่ค้นคืนได้ (Queryable Knowledge Base) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอกสารในรูปแบบกราฟความรู้ (Knowledge Graph) ให้ผู้ใช้สำรวจได้ รองรับการค้นหาเชิงความหมาย (Semantic Search) ภายในฐานความรู้ รองรับให้เอเจนต์อื่นในโปรเจกต์เดียวกันอ้างอิงเนื้อหาจากฐานความรู้นี้ได้โดยอัตโนมัติ โดยไม่ต้องให้ผู้ใช้คัดลอกข้อมูลข้ามเอเจนต์เอง

4.5.6 Shared Project Memory ทุกเอเจนต์ต้องเข้าถึงและอ้างอิงข้อมูล/ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในโปรเจกต์เดียวกันได้โดย อัตโนมัติ โดยไม่ต้องให้ผู้ใช้ส่งต่อข้อมูลระหว่างเอเจนต์ด้วยตนเอง (ตัวอย่างเช่น เมื่อ Knowledge Agent เพิ่ม เอกสารใหม่ Strategy Agent ต้องสามารถอ้างอิงเนื้อหานั้นได้ทันที)

4.5.7 Collaborative Editing (Asynchronous) รองรับผู้ใช้หลายคนเข้าถึงและแก้ไข Canvas เดียวกันได้ในโปรเจกต์ เดียวกัน โดยเห็นการเปลี่ยนแปลงล่าสุดเมื่อบันทึกหรือรีเฟรชหน้าจอ

4.5.8 Version History บันทึกประวัติการเปลี่ยนแปลงของแต่ละ Canvas เพื่อให้ผู้ใช้ย้อนดูหรือย้อนกลับการแก้ไขได้

4.5.9 Project-based Organization จัดกลุ่มการทำงานเป็น “โปรเจกต์” โดยผู้ใช้สามารถสร้าง จัดการ และเชิญ สมาชิกเข้าร่วมโปรเจกต์ได้

4.5.10 ระบบต้องออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการคิดเชิงโครงสร้างและการทำงานร่วมกันเป็นทีมโดยเฉพาะ

4.5.11 รองรับการเชื่อมต่อกับระบบ SSO/RBAC ของ RMUTP AI Platform ที่มีอยู่แล้ว ไม่ต้องพัฒนาระบบยืนยันตัวตนใหม่ เชื่อมต่อกับระบบเครดิตกลาง (Credit & Billing) เพื่อคำนวณและตัดเครดิตตามการใช้งานเอเจนต์แต่ละประเภท

4.5.12 รองรับการเชื่อมต่อกับ Model Gateway เดียวกับ AI Workspace เพื่อเรียกใช้โมเดล AI เบื้องหลังเอเจนต์ต่างๆ มี API หรือช่องทางให้ระบบ Central Management ดึงข้อมูลการใช้งานและบันทึกกิจกรรม (Audit Log) ไปแสดงผลได้

4.5.13 รองรับการโหลดข้อมูล Canvas ที่บันทึกโดยผู้ใช้คนหนึ่งต้องปรากฏแก่ผู้ใช้คนอื่นในโปรเจกต์เดียวกันเมื่อรีเฟรชหน้าจอ ภายในเวลาไม่เกิน 3 วินาที ภายใต้สภาวะใช้งานปกติ

4.5.14 รองรับการเข้ารหัสข้อมูลระหว่างส่ง (TLS 1.3) จำกัดสิทธิ์การเข้าถึงโปรเจกต์ตามรายชื่อสมาชิกที่ได้รับเชิญเท่านั้นและปฏิบัติตาม PDPA

4.5.15 รองรับการอัปเกรดเป็น Realtime Multi-user Sync ในระยะถัดไปได้ โดยไม่ต้องเขียนระบบ Canvas ใหม่ทั้งหมด

4.5.16 ส่วนติดต่อผู้ใช้เป็นภาษาไทยเป็นหลักรองรับการแสดงผลบนอุปกรณ์หลากหลายขนาดหน้าจอ

4.5.17 เจ้าหน้าที่ดูแลระบบของมหาวิทยาลัยมีสิทธิ์บริหารจัดการ ตรวจสอบปริมาณการใช้งาน จัดทำรายงาน ค่าใช้จ่ายการใช้งานของแต่ละ AI Model แบบรายวัน รายเดือน และสิทธิประโยชน์ต่าง ๆ

4.6 **บริการ AI Model ผ่าน API**

4.6.1 จัดหาบริการ AI Model ที่สามารถเชื่อมต่อและใช้งานผ่าน API โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.6.2 จัดหา AI Model ที่สามารถเรียกใช้งานผ่าน API อย่างน้อยดังนี้

AI สำหรับการประมวลผลข้อความ (Text Generation) ,การวิเคราะห์ข้อมูล, การช่วยเขียนโปรแกรม (Coding Assistant), การสรุปข้อมูล หรือแปลภาษา และสร้างรูปภาพ

4.6.3 AI Model ต้องสามารถนำ ไปใช้ในการพัฒนา Application หรือระบบสารสนเทศของมหาวิทยาลัยได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

จัดเตรียม API Endpoint, API Key หรือระบบ Authentication สำหรับการเชื่อมต่อการใช้งาน AI Model ต้องมีความเสถียร สามารถใช้งานได้ต่อเนื่อง และมีเอกสารประกอบการนำ ไปใช้งาน (API Documentation) และ จัดหา AI Model ตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด โดยมีการเชื่อมต่อผ่าน API ไม่น้อยกว่า 3,600,000 บาท รวมถึงต้องให้การสนับสนุนทางเทคนิค (Technical Support) 24 X 7 กรณีที่เกิดปัญหาในการใช้งาน

5. ระยะเวลาส่งมอบของหรืองาน

กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์และงานทั้งหมดภายใน 90 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา โดยต้องติดตั้ง เชื่อมต่อ ทดสอบการทำงานร่วมกัน และส่งมอบเอกสารประกอบการตรวจรับครบถ้วน

6. หลักเกณฑ์การพิจารณาผู้ชนะการเสนอราคา

พิจารณาตามราคาต่ำสุด

7. วงเงินในการดำเนินการ

วงเงิน 29,000,000 บาท (ยี่สิบเก้าล้านบาทถ้วน) สำหรับ 1 ระบบ

8. การจ่ายเงิน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครจะจ่ายเงินครั้งเดียวในอัตราร้อยละ 100 ของวงเงินตามสัญญา เมื่อผู้ขายส่งมอบครุภัณฑ์และงานทั้งหมดครบถ้วน และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุตรวจรับเรียบร้อยแล้ว

9. อัตราค่าปรับ

ปรับเป็นรายวันอัตราร้อยละ 0.20 ของมูลค่าของที่ยังไม่ได้รับมอบ

10. การรับประกันความชำรุดบกพร่อง

ระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่องหรือเสียหาย 1 ปี นับถัดจากวันที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุตรวจรับเรียบร้อยแล้ว

11. สถานที่ติดต่อเพื่อขอรับทราบข้อมูลเพิ่มเติม

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ศูนย์เทเวศร์ ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กทม. 10300 โทร. 0-2665-3777 ต่อ 6710

นายแสงสรรค์ ตินารักษ์	นายณัฐพงศ์ การะน้อย	นายคมจักร คำเสียง	นายปุณยธิษณ์ โยธินบุญพิทักษ์	นายสาคร พรมจันทรา
ประธานกรรมการ	กรรมการ	กรรมการ	กรรมการ	กรรมการและเลขานุการ