

การออกแบบและพัฒนาระบบ การจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศ โชน

อุษณีย์ เนาวนัต, นลินรัตน์ เมธิสหาร, นครทิพย์ พร้อมพูล*,
พิชญ์ คนองชัยยศ และเศรษฐา ปานงาม

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ ประเทศไทย 10330

E-mail: Utsanee.N@student.chula.ac.th, Nalinrat.M@student.chula.ac.th,

Nakornthip.S@chula.ac.th*, pizzanu@cp.eng.chula.ac.th and

setha@cp.eng.chula.ac.th

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีด้านดิจิทัลได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในองค์กรที่ให้ความสำคัญกับการเพิ่มคุณค่าให้สารสนเทศ โดยความสำเร็จของวัตถุประสงค์นี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการจัดการสารสนเทศขององค์กร ซึ่งการที่คุณค่าของสารสนเทศเพิ่มขึ้นอาจตกเป็นเป้าหมายของการโจมตีจากบุคคลที่ไม่ได้รับอนุญาตในการเข้าถึงสารสนเทศจากทั้งภายในและภายนอกองค์กร ทำให้สารสนเทศถูกทำลายและส่งผลกระทบต่อการทำงานขององค์กรในท้ายที่สุด ดังนั้นการจัดการสารสนเทศด้านความมั่นคงของระบบบนพื้นฐานการออกแบบและพัฒนาเพื่อให้สอดคล้องกับระบบและสภาพแวดล้อมเดิมขององค์กรจึงจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับองค์กรใดๆ เพื่อควบคุมการเข้าถึงระบบสารสนเทศ งานวิจัยนี้นำเสนอแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาระบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศโชนโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงอ้างอิงสำหรับระบบสารสนเทศเพื่อการจัดเก็บแบบเปิด (โอเอไอเอส) ซึ่งเน้นการจัดการข้อมูลแบบดิจิทัลและใช้แนวคิดการเข้ารหัสระบบครั้งเดียว (เอสเอสไอ) มาผนวกรวมกับเทคโนโลยีของเว็บเซอร์วิส และการเข้ารหัสลับ โดยพื้นฐานของโอเอไอเอส การออกแบบระบบประกอบด้วย 6 ส่วน คือ การนำเข้าสารสนเทศ การจัดเก็บสารสนเทศ การจัดการสารสนเทศ การเข้าถึงสารสนเทศ การควบคุมการทำงานของระบบ การวางแผนเพื่อการจัดเก็บสารสนเทศ สำหรับส่วนของเอสเอสไอ การออกแบบในด้านของความมั่นคงของระบบ ประกอบด้วย 4 ส่วนหลักคือ เว็บเบราว์เซอร์ พอร์ตแอปพลิเคชัน ศูนย์กลางการให้บริการการตรวจสอบการพิสูจน์ตัวตน และระบบสารสนเทศโชน นอกจากนี้ได้พัฒนาซอฟต์แวร์ประยุกต์สำหรับระบบต้นแบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศโชน และจะนำไปติดตั้งเพื่อใช้งานจริง ณ สำนักการสังคีต กรมศิลปากร ซึ่งระบบนี้จะมีประโยชน์โดยตรงต่อการปฏิบัติงานขององค์กร ตลอดจนหน่วยงานอื่นที่มีความต้องการในลักษณะที่ใกล้เคียงกัน

คำสืบค้น

สารสนเทศโชน แบบจำลองเชิงอ้างอิงสำหรับระบบสารสนเทศเพื่อการจัดเก็บแบบเปิด ความมั่นคงของระบบ การควบคุมการเข้าถึง ซิงเกิลซายน์ออน

DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN ARCHIVE RETRIEVAL PROTOTYPE SYSTEM FOR KHON INFORMATION

Utsanee Naowanat, Nalinrat Meteesahakarn,
Nakornthip Prompoon*, Pizzanu Kanongchaiyos
and Setha Pan-ngum

Department of Computer Engineering,
Faculty of Engineering Chulalongkorn University,
Bangkok, Thailand, 10330
E-mail: Utsanee.N@student.chula.ac.th, Nalinrat.M@student.chula.ac.th,
Nakornthip.S@chula.ac.th*, pizzanu@cp.eng.chula.ac.th and
setha@cp.eng.chula.ac.th

ABSTRACT

Digital technology is now extensively used in organizations that focus on increasing the value of information. The success of this objective depends on the organization capability in information management. The growth of information value might be the target attack from an internal and external unauthorized agent information access. This may lead to the information destruction and finally effects the organization operation. Thus, system security and information management based on the design and development which aims for the compliance with the existing system and environment is essential for any organization to control the information system access. This research proposes the concept of the design and development for the Khon archival retrieval prototype system by applying the reference model from an Open Archival Information System (OAIS) emphasized on the digital data management and adapting the approach which integrates the Single Sign On (SSO) concept with the technology of web service and encryption. Based upon OAIS, the proposed system design composed of 6 functions which are information input, information archival, information management, information access, administration and preservation planning. On the SSO system security design point of view, this part composed of 4 components which are a web browser, a portal application, a centralized authentication service (CAS), and a Khon information system. In addition, the application software for a Khon archive retrieval prototype system is developed and will be implemented at the Office of Performing Arts, Fine Arts Department. This system will be directly beneficial to the operation of this organization and may apply for other organizations have similar requirements.

KEYWORDS

khon Information, reference model for an open archival information system (OAIS), system security, access control, single sign on

I. บทนำ

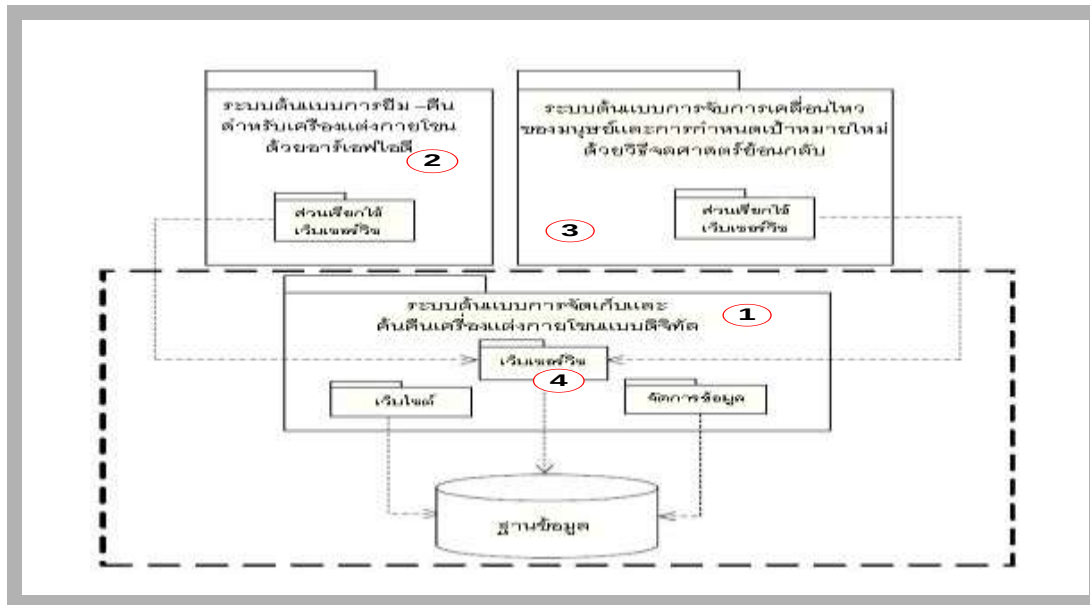
โขนถือเป็นการแสดงถึงเอกลักษณ์และความเป็นไทยที่สืบทอดกันมาเป็นระยะเวลายาวนาน การแสดงเหล่านี้ได้มีวิวัฒนาการขึ้นเป็นลำดับ โดยเป็นการแสดงที่รวมศาสตร์และศิลป์หลายแขนงเข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นข้อมูลและองค์ความรู้ด้านการแสดงที่ควรแก่การอนุรักษ์ และสืบทอดให้แก่อนุชนคนรุ่นหลังให้ได้ศึกษาถึงความเป็นมาและความเป็นอรรถิยาของศิลปในการสร้างผลงานซึ่งถือเป็นศิลปการแสดงประจำชาติของไทยมาเป็นเวลานาน

จากความต้องการที่จะอนุรักษ์และสืบทอดองค์ความรู้ด้านการแสดงโขนให้แก่บุคคลทั่วไป รวมถึงการให้ความสำคัญด้านความมั่นคงของสารสนเทศโขน จึงได้เกิดแนวความคิดในการนำเทคโนโลยีทางด้านดิจิทัลมาพื้นฐานสำหรับการจัดเก็บข้อมูล และแนวความคิดการเข้าระบบเพียงครั้งเดียว มาช่วยในการตอบสนองความต้องการนี้ โดยความร่วมมือระหว่างสำนักการสังคีต กรมศิลปากร และภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยทางทีมผู้วิจัยได้ให้คำจำกัดความของสารสนเทศโขนในงานวิจัยนี้สำหรับนำมาจัดเก็บดังนี้ สารสนเทศโขน คือ ข้อมูลการแสดงโขนและข้อมูลเครื่องแต่งกายยืนเครื่องโขน ที่ถูกรวบรวมและจัดเก็บไว้ในรูปแบบที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ต่อไป

โดยการพัฒนาขั้นตอนแบบการจัดการสารสนเทศโขนได้เริ่มต้นจากการศึกษา "โครงการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเครื่องแต่งกายยืนเครื่องโขน" ซึ่งเป็นโครงการเริ่มต้นที่ได้มีการดำเนินการพัฒนาระบบออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

- 1) ระบบต้นแบบการจัดเก็บและค้นคืนเครื่องแต่งกายโขนแบบดิจิทัล เป็นระบบที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการจัดเก็บและค้นคืนข้อมูลเครื่องแต่งกายยืนเครื่องโขน
- 2) ระบบต้นแบบการยืม-คืนสำหรับเครื่องแต่งกายโขนด้วยอาร์เอฟไอดี เป็นระบบที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการยืม-คืนเครื่องแต่งกายยืนเครื่องโขน ซึ่งเป็นระบบที่เรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลของระบบต้นแบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศโขน
- 3) ระบบต้นแบบการจับการเคลื่อนไหวของมนุษย์และการกำหนดเป้าหมายใหม่ด้วยวิธีจลศาสตร์ย้อนกลับ เป็นระบบที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการจับการเคลื่อนไหวของมนุษย์ คือท่ารำของตัวโขน เพื่อจำลองเป็นหุ่นสามมิติ ซึ่งเป็นระบบที่เรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลของระบบต้นแบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศโขน
- 4) ระบบย่อยสำหรับให้บริการส่งออกข้อมูลผ่านเว็บเซอร์วิสแก่ระบบที่เชื่อมต่อ เป็นระบบย่อยที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการให้บริการข้อมูลเครื่องแต่งกายยืนเครื่องโขนจากฐานข้อมูลให้กับระบบต่างๆ ผ่านเว็บเซอร์วิส

ภาพรวมของโครงการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเครื่องแต่งกายในเครื่องโนแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1

ภาพรวมของโครงการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเครื่องแต่งกายในเครื่องโน

จากการศึกษาและวิเคราะห์การทำงานของระบบเดิมในส่วนของการจัดเก็บข้อมูลโนและความมั่นคงของระบบพบว่ายังมีข้อจำกัดในเรื่องของข้อมูลที่ยังจัดเก็บไม่ครอบคลุม และการควบคุมการเข้าใช้งานของผู้ใช้ที่แยกกันแต่ละระบบงาน ซึ่งทำให้ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการใช้งานระบบและความยุ่งยากในการใช้งาน ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดต่อไป

เมื่อพิจารณาถึงความต้องการที่จะให้เป็นระบบการจัดการสารสนเทศโนอย่างถาวรและใช้งานได้จริง ทีมผู้วิจัยจึงได้มีความคิดที่จะพัฒนาต่อระบบการจัดเก็บและค้นคืนเครื่องแต่งกายโนเดิมให้ข้อมูลมีความครอบคลุมไปถึงการแสดงโน รวมถึงได้คำนึงถึงความต้องการเชิงคุณภาพในด้านความมั่นคงของระบบโดยรวม ซึ่งการออกแบบระบบได้นำแนวคิดของแบบจำลองเชิงอ้างอิงสำหรับระบบสารสนเทศเพื่อการจัดเก็บแบบเปิด และแนวคิดของการเข้าสู่ระบบครั้งเดียวมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความสามารถของการพัฒนาระบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศโน และการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ โดยการให้ผู้ใช้ทำการเข้าสู่ระบบเพียงครั้งเดียว ก็สามารถเข้าถึงระบบงานต่างๆ ที่ผู้ใช้มีสิทธิได้

การออกแบบและพัฒนาระบบได้นำหลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการพัฒนาระบบด้วยระเบียบวิธีการพัฒนาแบบต้นแบบ โดยผลจากการดำเนินงานวิจัยนี้ได้เป็นระบบต้นแบบที่เป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการทำงานของเจ้าหน้าที่สำนักการสังคิตที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดเก็บและถ่ายทอดการค้นคืนสารสนเทศโน เพื่อนำมาใช้ประโยชน์และเผยแพร่ให้แก่บุคคลทั่วไปผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ต รวมถึงการจัดการในด้านความมั่นคงของระบบ ซึ่งเป็นส่วนของการกำหนดสิทธิในการเข้าใช้งานระบบต่างๆ และการเข้าถึงสารสนเทศโน

II. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

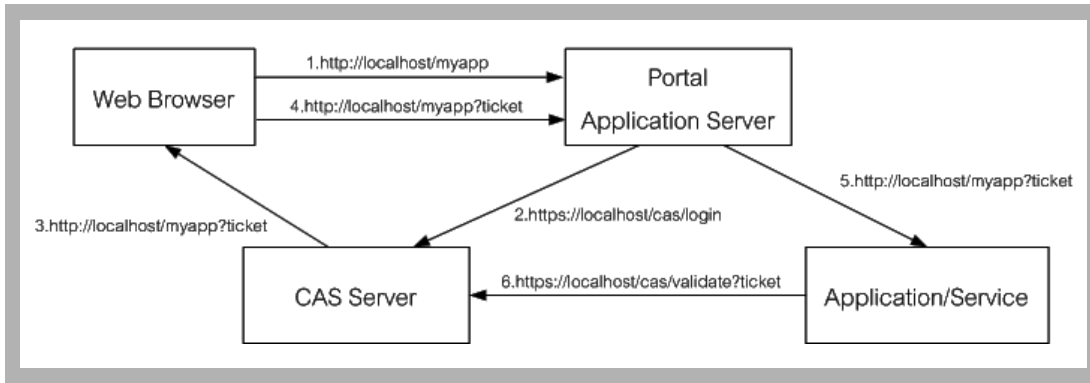
ปี ค.ศ. 2000 The Consultative Committee for Space Data Systems: CCSDS [1] ได้จัดทำ แบบจำลองเชิงอ้างอิงสำหรับระบบสารสนเทศเพื่อการจัดเก็บแบบเปิด (Reference Model for an Open Archival Information System: OAIS) เพื่อกำหนดแบบจำลองเชิงอ้างอิงให้เป็นมาตรฐานสำหรับองค์กรในการทำระบบสารสนเทศเพื่อการจัดเก็บแบบเปิด โดยโอเอไอเอสเป็นแหล่งจัดเก็บสารสนเทศ ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบ

ของระบบซึ่งได้มีการระบุบทบาทและระบบที่รับผิดชอบในการจัดเก็บสารสนเทศ โดยมุ่งเน้นที่การจัดเก็บสารสนเทศในรูปแบบดิจิทัล ซึ่งได้นิยามองค์ประกอบเป็น 3 ส่วน คือ ผู้สร้างสารสนเทศ การจัดการ และผู้รับสารสนเทศ นอกจากนี้ยังได้เสนอแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน (Functional Model) ซึ่งแบ่งเป็น 6 ส่วนคือ การนำเข้าสารสนเทศ การจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศ การจัดการข้อมูล การจัดการระบบ การวางแผนการจัดเก็บสารสนเทศ และการเข้าถึงสารสนเทศ จากแนวความคิดที่นำเสนอในแบบจำลองเชิงฟังก์ชันนี้ไม่มีประโยชน์สำหรับการพัฒนาระบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศไซเบอร์ ในเรื่องของข้อกำหนดองค์ประกอบที่มีส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบและมีแนวความคิดในการพัฒนาฟังก์ชันการทำงานต่างๆ ของระบบให้สอดคล้องเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล

ระบบการจัดเก็บเครื่องแต่งกายของสถาบันเครื่องแต่งกายเกียวกโต [2] จัดตั้งขึ้นเพื่อจุดประสงค์ในการสะสมและบำรุงรักษาข้อมูลเครื่องแต่งกายของชาวตะวันตกตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งองค์ความรู้ต่างๆ ได้ถูกรวบรวมและจัดทำเป็นแหล่งความรู้ที่จัดแสดงในพิพิธภัณฑ์และแหล่งความรู้บนอินเทอร์เน็ตผ่านเว็บไซต์ของสถาบันเครื่องแต่งกายเกียวกโตซึ่งเป็นแหล่งความรู้ที่ให้ข้อมูลในรูปแบบของรูปภาพและเนื้อหาข้อมูล อย่างไรก็ตามระบบงานนี้ยังมีข้อจำกัดอยู่ที่การที่ผู้ใช้จำเป็นต้องลงโปรแกรมเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้ใช้สามารถขยายรูปภาพเพื่อศึกษารายละเอียดของเครื่องแต่งกายที่มีความละเอียดสูง ซึ่งอาจจะไม่เหมาะกับผู้ใช้บางประเภทที่มีประสบการณ์น้อยในการใช้คอมพิวเตอร์ โดยในการพัฒนาระบบการจัดเก็บและค้นคืนเครื่องแต่งกายไซเบอร์ได้ศึกษาแนวทางการรวบรวมองค์ความรู้และจัดทำเป็นแหล่งความรู้บนอินเทอร์เน็ต และใช้ภาษาสคริปต์ซึ่งเป็นโอเพนซอร์สในการจัดการด้านการขยายภาพ โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องลงโปรแกรมเพิ่มเติม

ปี ค.ศ. 2007 Stephan Strodl และคณะ [3] ได้นำเสนอวิธีการในการวางแผนการเก็บรักษาข้อมูลเชิงดิจิทัลที่มีชื่อเรียกว่าพลาเน็ตส์ (PLANETS Preservation Planning Approach) เพื่อให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการตัดสินใจเลือกผลเฉลยในการสร้างระบบที่รองรับการเก็บรักษาข้อมูลเชิงดิจิทัลให้ตรงตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ วิธีการการวางแผนการเก็บรักษาข้อมูลเชิงดิจิทัลนี้ เป็นประโยชน์ในการพัฒนาระบบต้นแบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศไซเบอร์ เนื่องจากมีการออกแบบขั้นตอนที่ชัดเจนและสามารถนำไปใช้ได้จริง ทำให้เกิดความน่าเชื่อถือในการเลือกวิธีในการสร้างระบบการเก็บรักษาข้อมูลเชิงดิจิทัล

ปี ค.ศ. 2003 Chris Dunne ได้อธิบายขั้นตอนการประยุกต์ใช้ซิงเกิลชายนอน [4] จากประสบการณ์การทำงานโดยตรง ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ซิงเกิลชายนอนสำหรับเว็บพอร์ทัล (Web Portal) โดยโอเพนซอร์สโซลูชันที่ Chris Dunne ได้นำมาประยุกต์ใช้คือ Central Authentication Server (CAS หรือ แคส) [5] ซึ่งถูกพัฒนาโดยมหาวิทยาลัยเยล (Yale University) โดยประยุกต์ใช้ซิงเกิลชายนอนกับโครงการของสถาบันการศึกษาที่เป็นเว็บพอร์ทัล ซึ่งเว็บนี้ประกอบด้วยแหล่งการเรียนรู้ออนไลน์และแอปพลิเคชันต่างๆ สำหรับนักศึกษา เช่น ปฏิทิน ไดอารี่ และอีเมล เป็นต้น โดยแต่ละแอปพลิเคชันรันอยู่บนเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่แตกต่างกัน ซึ่งโคลเอนท์มีความต้องการที่จะเข้าถึงแต่ละแอปพลิเคชันผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้ โดยที่เว็บพอร์ทัลจะต้องมีท่าเข้าเพียงหนึ่งทางเข้า เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทำการเข้าสู่ระบบผ่านทางนี้ ในการที่จะเข้าใช้งานในแต่ละแอปพลิเคชัน และเมื่อผู้ใช้ได้ทำการพิสูจน์ตัวตนเรียบร้อยแล้ว สามารถเข้าใช้ทรัพยากรต่างๆ ที่มีสิทธิได้ Chris Dunne ได้อธิบายการทำงานของแคสเซิร์ฟเวอร์ (CAS Server) ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2

การทำงานของแคส
เซิร์ฟเวอร์ในการ
ตรวจสอบการพิสูจน์
ตัวตน [5]

- 1) ผู้ใช้ร้องขอเพื่อเข้าใช้แอปพลิเคชันโดยการระบุอาร์แอล (Universal Resource Locator: URL) ผ่านเว็บเบราว์เซอร์
- 2) พอร์ตแอปพลิเคชันเซิร์ฟเวอร์ส่งการร้องขอของผู้ใช้ไปยังแคสเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งจะแสดงหน้าล็อกอินเพื่อให้ผู้ใช้ทำการพิสูจน์ตัวตน ด้วยการกรอกชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน
- 3) ถ้าผู้ใช้ไม่สามารถพิสูจน์ตัวตนจริงได้ ผู้ใช้จะอยู่ที่หน้าล็อกอิน จนกว่าผู้ใช้จะพิสูจน์ตัวตนสำเร็จ และถ้าพิสูจน์ตัวตนสำเร็จแคสเซิร์ฟเวอร์จะส่งการร้องขอของผู้ใช้ไปตามยูอาร์แอลของแอปพลิเคชันที่ร้องขอ โดยการแนบติดเกิดไปพร้อมกับยูอาร์แอล โดยเว็บเบราว์เซอร์จะทำการสร้างคุกกีขึ้นมา ซึ่งเรียกว่า Ticket-Grant Cookie (TGC) เพื่อนำมาใช้สำหรับการตรวจสอบการพิสูจน์ตัวตนของผู้ใช้ โดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องทำการล็อกอินใหม่
- 4) เว็บเบราว์เซอร์ทำการส่งยูอาร์แอลของแอปพลิเคชันที่ร้องขอและติดเกิดไปยังพอร์ตแอปพลิเคชันเซิร์ฟเวอร์
- 5) จากนั้นพอร์ตแอปพลิเคชันเซิร์ฟเวอร์ทำการส่งต่อยูอาร์แอลของแอปพลิเคชันที่ร้องขอและติดเกิดไปให้แอปพลิเคชัน
- 6) แอปพลิเคชันทำการตรวจสอบความถูกต้องของติดเกิด โดยการส่งติดเกิด และยูอาร์แอลของแอปพลิเคชันที่ร้องขอไปให้แคสเซิร์ฟเวอร์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสามารถในการเข้าใช้งาน ถ้าติดเกิดนี้ถูกต้อง แคสเซิร์ฟเวอร์จะส่งชื่อผู้ใช้ไปให้แอปพลิเคชันไปทำการอนุญาตการเข้าใช้งานต่อไป

นอกจากนี้ Chris Dunne อธิบายถึงการนำแคสมาประยุกต์ใช้ภายในโครงการ ซึ่งต้องมีการปรับปรุงซอร์ซโค้ดในส่วนของการพิสูจน์ตัวตน (Authentication) ในส่วนของหน้าล็อกอินของแอปพลิเคชันเดิม เพื่อให้แอปพลิเคชันเดิมสามารถรับพารามิเตอร์ชื่อผู้ใช้ที่ถูกส่งมาจากแคสเซิร์ฟเวอร์ได้ หลังจากนั้นแอปพลิเคชันนำพารามิเตอร์ชื่อผู้ใช้ไปทำการขออนุญาตการเข้าใช้งานต่อไป โดยแนวทางการทำงานของซิงเกิลซายน์ออนที่เป็นแนวทางปฏิบัติ สามารถนำมาช่วยในการออกแบบสถาปัตยกรรมการรับและส่งข้อมูลระหว่างระบบด้วยแนวความคิดการเข้าสู่ระบบครั้งเดียว

III. การศึกษาและวิเคราะห์การทำงานของระบบเดิม

จากการศึกษาและวิเคราะห์การทำงานของระบบต้นแบบการจัดเก็บและค้นคืนเครื่องแต่งกายแบบดิจิทัลเดิม [6] ซึ่งพบว่ายังมีข้อจำกัดในเรื่องของข้อมูลที่จัดเก็บที่ยังไม่ครอบคลุม ซึ่งทำให้ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการค้นคืน และการทำงานของระบบเว็บเซอร์วิสที่ยังไม่สามารถทำงานได้จริง ซึ่งสามารถสรุปข้อจำกัดของการจัดเก็บและค้นคืนเครื่องแต่งกายของระบบเดิมได้ดังนี้

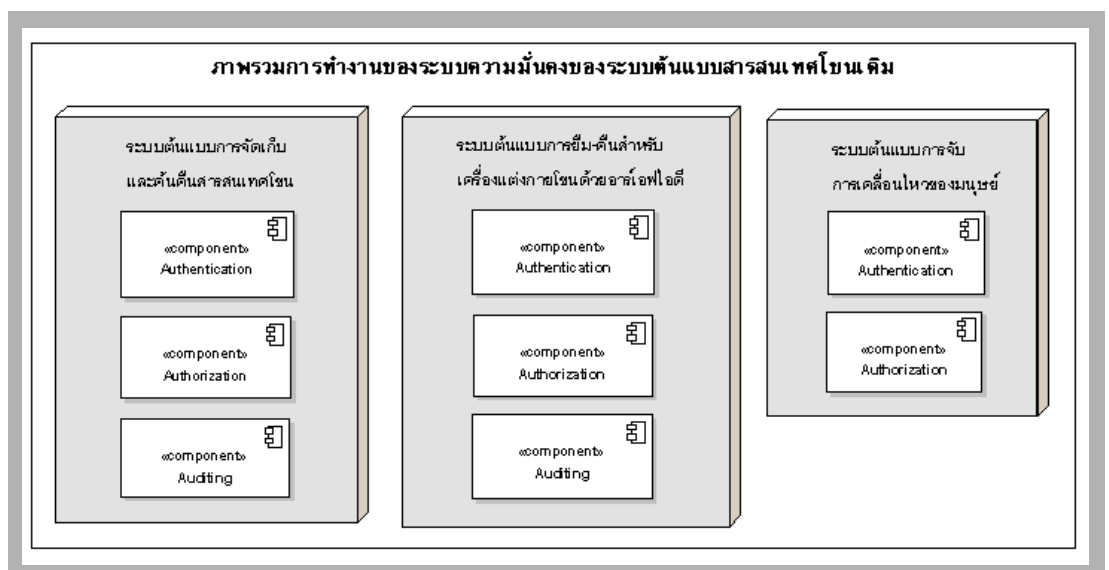
- 1) การจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลมีเพียงเฉพาะข้อมูลเครื่องแต่งกายซึ่งยังไม่ครอบคลุมข้อมูลที่

เกี่ยวข้องกับการแสดงโอน

- 2) ระบบย่อยสำหรับค้นคืนสามารถค้นคืนข้อมูลได้เพียงเฉพาะหมวดหมู่ของตัวโชน และเครื่องแต่งกาย ยืนเครื่อง
 - 3) ส่วนต่อประสานงานผู้ใช้ของระบบค้นคืนมีรูปแบบของโทสนีที่ที่บ่งเกินไปอาจทำให้เกิดปัญหาในการ แสดงผลข้อมูลรูปภาพ และตัวอักษร ที่ไม่ชัดเจน
 - 4) ระบบย่อยสำหรับบริการข้อมูลผ่านเว็บเซอร์วิสยังไม่ได้มีการเรียกใช้งานจริงจากระบบเชื่อมต่อ จากนั้นได้ศึกษาภาพรวมของระบบความมั่นคงของระบบต้นแบบสารสนเทศโชนเดิมซึ่งมี รายละเอียดการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 3
- 1) ทุกระบบงานต้องทำการเข้าสู่ระบบโดยการนำชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน มาใช้สำหรับการพิสูจน์ตัวตน (Authentication) โดยปัญหาที่พบคือ การเข้าสู่ระบบที่อยู่แยกกันในแต่ละระบบงาน ซึ่งสร้างความ ยุ่งยากในการใช้งานต่อผู้ใช้ เพราะผู้ใช้ต้องทำการเข้าสู่ระบบทุกครั้ง เมื่อต้องการใช้ระบบงานใดๆ
 - 2) ทุกระบบงานมีการกำหนดสิทธิการเข้าใช้งานตามบทบาทของผู้ใช้ (Authorization) ซึ่งถือเป็นข้อดี ในการรักษาความมั่นคงในการเข้าถึงข้อมูลในแต่ละระบบ
 - 3) มีการลงบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับข้อมูล เพื่อนำมาใช้ในการตรวจสอบเหตุการณ์ (Auditing) การ ทำงานของผู้ใช้ โดยปัญหาที่พบคือ ระบบต้นแบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศโชนและระบบ ต้นแบบการยืม-คืนสำหรับเครื่องแต่งกายโชนด้วยอาร์เอฟไอดี ยังไม่มีส่วนต่อประสานของการออก รายงานสรุปการทำงานของข้อมูล และระบบจัดการเคลื่อนไหวของมนุษย์ ยังไม่มีการลงบันทึก เหตุการณ์การทำงานของข้อมูล เพื่อนำมาตรวจสอบการทำงานของข้อมูลได้

รูปที่ 3

ภาพรวมการทำงานของ ระบบความมั่นคงของ ระบบสารสนเทศโชนเดิม



จากการศึกษาและวิเคราะห์การทำงานของระบบความมั่นคง ซึ่งได้พบปัญหาในส่วนของการเข้าสู่ระบบที่อยู่แยกกันในแต่ละระบบงาน และทุกระบบงานยังไม่สามารถออกรายงานสรุปการทำงานของข้อมูลได้ นอกจากนี้ยัง ไม่มีการรักษาความมั่นคงในการรับและส่งข้อมูลระหว่างเครือข่ายซึ่งอาจเกิดปัญหา เนื่องจากผู้ไม่ประสงค์ดี สามารถขโมยข้อมูลระหว่างการรับและส่งข้อมูลระหว่างเครือข่ายได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางการแก้ไขที่เป็นไปได้ ดังแสดงในตารางที่ 1

ลำดับ	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไขที่เป็นไปได้
1	ผู้ใช้ต้องทำการเข้าสู่ระบบทุกครั้งเมื่อต้องการใช้ระบบงานใดๆ	การเข้าสู่ระบบแยกกันในแต่ละระบบงาน	พัฒนาในส่วนของการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ โดยจะนำแนวความคิดการเข้าสู่ระบบครั้งเดียวมาประยุกต์ใช้
2	ทุกระบบไม่สามารถออกรายงานสรุปการทำงานของผู้ใช้ได้	- ระบบงานที่เกี่ยวข้อง ยังไม่มีส่วนต่อประสานของการออกรายงานสรุปการทำงานของผู้ใช้ได้ - ระบบจัดการเคลื่อนไหวของมนุษย์ ยังไม่มีการบันทึกเหตุการณ์การทำงานของผู้ใช้	พัฒนาในส่วนของการตรวจสอบการทำงานของผู้ใช้ โดยการบูรณาการในส่วนของการตรวจสอบการทำงานของผู้ใช้เข้าไว้ด้วยกัน
3	ผู้ไม่ประสงค์ดีสามารถขโมยข้อมูลระหว่างการรับและส่งข้อมูลระหว่างเครือข่าย	ไม่มีการรักษาความมั่นคงในการรับและส่งข้อมูลระหว่างเครือข่าย	เพิ่มความมั่นคงในการรับและส่งข้อมูลระหว่างเครือข่ายโดยใช้เอสเอสแอลโพรโทคอล [7]

ตารางที่ 1

ปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขที่เป็นไปได้ด้านการรักษาความมั่นคงของระบบต้นแบบสารสนเทศไซเบอร์

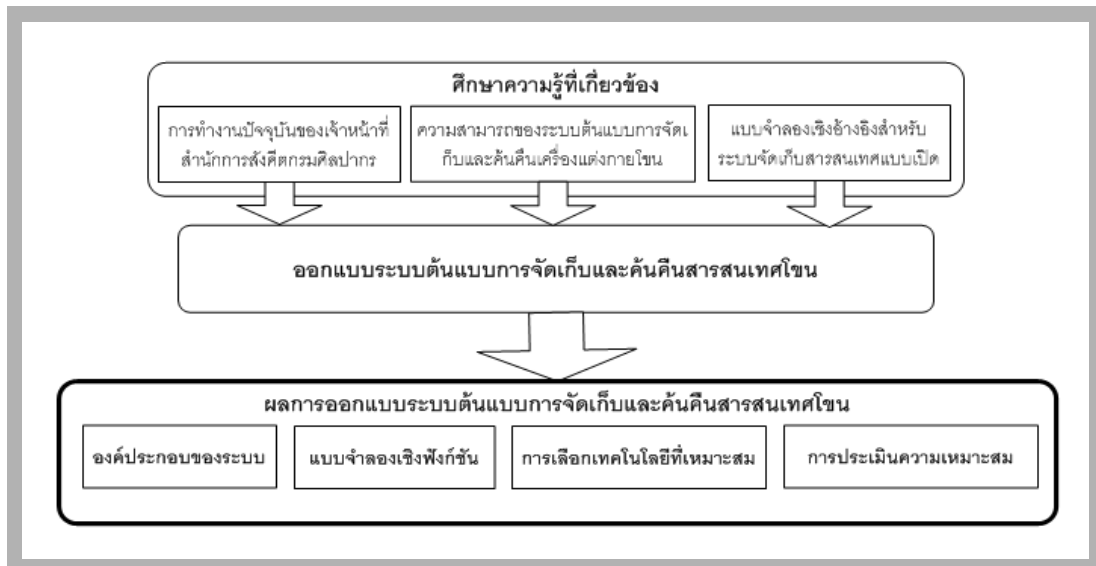
จากปัญหาของระบบต้นแบบสารสนเทศไซเบอร์เดิมดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีแนวความคิดที่จะปรับปรุงระบบการจัดเก็บและค้นคืนเครื่องแต่งกายในเครื่องไซเบอร์เดิม ให้ครอบคลุมไปถึงข้อมูลการแสดงไซเบอร์ โดยการขยายฐานข้อมูลให้รองรับการจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแสดงไซเบอร์ พร้อมทั้งปรับโครงสร้างข้อมูลสำหรับการจัดเก็บสารสนเทศไซเบอร์ให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล อีกทั้งพัฒนาระบบเพิ่มเติมเพื่อช่วยสนับสนุนความมั่นคงของระบบต้นแบบสารสนเทศไซเบอร์เดิม โดยใช้แนวความคิดการเข้าสู่ระบบครั้งเดียวมาประยุกต์ใช้ ตามแนวทางการแก้ไขที่เป็นไปได้ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

IV. แนวคิดการออกแบบระบบ

แนวคิดในการออกแบบระบบการจัดเก็บสารสนเทศไซเบอร์ ผู้วิจัยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามวัฏจักรการพัฒนาแบบ (System Development Life Cycle: SDLC) ด้วยระเบียบวิธีการพัฒนาระบบต้นแบบ (Prototyping) [8] มาเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบ ซึ่งได้นำแบบจำลองเชิงอ้างอิงสำหรับไอเอไอเอส ที่เป็นมาตรฐานสากล เป็นแนวความคิดหลักในการออกแบบส่วนของการจัดเก็บสารสนเทศไซเบอร์ ซึ่งความรู้ที่นำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบระบบมี 3 ส่วนหลัก คือ วิธีการทำงานปัจจุบันของเจ้าหน้าที่ด้านการสังคีต ความสามารถของระบบเดิม และแบบจำลองเชิงอ้างอิงสำหรับระบบจัดเก็บสารสนเทศแบบเบ็ดเสร็จแสดงในรูปที่ 4

รูปที่ 4

แบบจำลองเชิงอ้างอิง
สำหรับระบบจัดเก็บ
สารสนเทศแบบเปิด



จากรูปที่ 4 ต้องทำการศึกษาและวิเคราะห์ความรู้ที่เกี่ยวข้องโดยละเอียดเพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ประกอบที่จำเป็นและหน้าที่การทำงานที่สำคัญ จากนั้นนำสิ่งที่ได้มาทำการออกแบบระบบ ได้เป็นผลของการออกแบบระบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศไซน ซึ่งประกอบด้วย องค์ประกอบของระบบ แบบจำลองเชิงฟังก์ชันและการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม สำหรับรายละเอียดการวิเคราะห์และออกแบบกระบวนการ สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

- 1) ศึกษาการทำงานของเจ้าหน้าที่สำนักงานส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ ศึกษาและวิเคราะห์รายละเอียดของขั้นตอนและวิธีการทำงานปัจจุบันของเจ้าหน้าที่สำนักงานส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บข้อมูลด้านการแสดงไซน รวมถึงข้อมูลทั้งหมดที่ต้องการจัดเก็บ เพื่อให้เข้าใจถึงขั้นตอนและวิธีการทำงานปัจจุบันของเจ้าหน้าที่ ลักษณะของข้อมูล จุดมุ่งหมายของการทำงานและความต้องการของระบบ
- 2) ศึกษาการทำงานของระบบต้นแบบการจัดเก็บและค้นคืนเครื่องแต่งกายไซน ศึกษาและวิเคราะห์รายละเอียดของหน้าที่การทำงานของระบบทั้งที่เป็นภาพรวมและรายละเอียดเชิงลึก โครงสร้างและความสัมพันธ์ของข้อมูล เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนา
- 3) ศึกษาแบบจำลองเชิงอ้างอิงสำหรับระบบการจัดเก็บสารสนเทศแบบเปิด ศึกษาและวิเคราะห์รายละเอียดของแบบจำลองเชิงอ้างอิง โดยเน้นที่วิธีการสร้างระบบการจัดเก็บสารสนเทศ เพื่อให้ได้มาซึ่งหน้าที่การทำงานหลัก และองค์ประกอบที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ รวมถึงความสัมพันธ์ของการดำเนินการภายใต้สภาพแวดล้อมของระบบการจัดเก็บสารสนเทศแบบเปิด ซึ่งช่วยให้ออกแบบระบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศไซนมีความสมบูรณ์เป็นไปตามมาตรฐานสากล
- 4) กำหนดองค์ประกอบและแบบจำลองเชิงฟังก์ชันของระบบ องค์ประกอบต่างๆ และแบบจำลองเชิงฟังก์ชันของระบบนั้นต้องเป็นไปตามแบบจำลองเชิงอ้างอิงสำหรับระบบจัดเก็บสารสนเทศแบบเปิดที่นำมาปรับให้เข้ากับการทำงานปัจจุบันในส่วนของการจัดเก็บสารสนเทศไซนของเจ้าหน้าที่สำนักงานส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ โดยองค์ประกอบและแบบจำลองเชิงฟังก์ชันถูกสร้างเป็นกระแสนงาน (Workflow) เชื่อมต่อกันเป็นลำดับก่อนหลังที่สอดคล้องและต่อเนื่องกัน
- 5) เลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม นำหลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์มาใช้ในการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการออกแบบ ดังนี้
 - (1) ใช้เทคโนโลยีของการทำแหล่งจัดเก็บข้อมูลเชิงดิจิทัล (Digital Archiving) มาประยุกต์ใช้ เนื่องจากเป็นระบบที่เน้นการจัดเก็บข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบดิจิทัล

- (2) ใช้แนวความคิดของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) [9] ในการออกแบบฐานข้อมูล ซึ่งสามารถพัฒนาระบบได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีโครงสร้างข้อมูลที่เข้าใจง่าย และสามารถค้นคืนข้อมูลเป็นกลุ่มได้ด้วยคำสั่งเดียวโดยใช้ภาษาเอสคิวแอล (SQL)
 - (3) ใช้การออกแบบสถาปัตยกรรมเชิงบริการ (Service-Oriented Architecture: SOA) [10] โดยใช้เทคโนโลยีของเว็บเซอร์วิส ที่ช่วยให้แอปพลิเคชันหนึ่งสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ทำให้บริการโดยแอปพลิเคชันอื่นผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แม้จะมีการพัฒนาที่ต่างแพลตฟอร์มกัน
 - (4) ใช้เทคโนโลยีเชิงวัตถุ (Object-Oriented Technology: OOT) [11] ได้ถูกนำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบ ทั้งนี้เพื่อให้สิ่งที่เป็นผลจากการพัฒนานั้นมีคุณภาพ ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลง และจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 6) ประเมินความเหมาะสม เป็นการประเมินความเหมาะสมของการออกแบบระบบกับการใช้งานระบบของผู้ใช้ อีกทั้งยังประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้นำเทคโนโลยีกับการออกแบบระบบ ในแง่ประสิทธิภาพเปรียบเทียบกับความต้องการใช้ทรัพยากรสารสนเทศ โดยผลที่ได้จากการประเมินจะนำไปช่วยในการตัดสินใจเลือกใช้นำเทคโนโลยีให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

สำหรับแนวคิดการออกแบบระบบในด้านการรักษาความมั่นคงได้นำส่วนประกอบพื้นฐานของแนวความคิดการเข้ารหัสระบบครั้งเดียวที่เป็นแนวทางปฏิบัติ ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วนหลักคือ เว็บเบราว์เซอร์ พอร์ทัลเว็บเซิร์ฟเวอร์ แอปพลิเคชัน และเอสเอสไอเซิร์ฟเวอร์ มาประยุกต์ใช้ โดยการออกแบบสถาปัตยกรรมการรับและส่งข้อมูลระหว่างระบบด้วยแนวความคิดการเข้ารหัสระบบครั้งเดียว เพื่อให้เห็นถึงขั้นตอนการติดต่อสื่อสารกันระหว่างระบบ นอกจากนี้ยังได้นำเว็บเซอร์วิสมาเป็นตัวกลางในการตรวจสอบการพิสูจน์ตัวตน ซึ่งเป็นการเพิ่มเติมในส่วนของการรักษาความมั่นคงในการเรียกใช้ข้อมูลผ่านเว็บเซอร์วิส เพราะเว็บเซอร์วิสใช้แนวคิดเช่นเดียวกับเทคโนโลยีเชิงวัตถุ ซึ่งมีคุณลักษณะของการห่อหุ้ม (Encapsulation) ข้อมูล โดยจะอนุญาตให้ระบบอื่นเรียกใช้เฉพาะข้อมูลที่ให้บริการเท่านั้น และสามารถลดข้อจำกัดในเรื่องความแตกต่างทางด้านภาษาที่ใช้เขียน อีกทั้งทำการเพิ่มเติมในส่วนของการรักษาความมั่นคงของการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครือข่ายด้วยการเข้ารหัสลับข้อมูล ด้วยการสร้างใบรับรองขึ้นมาเอง (Self-Sign Certificate) โดยการใช้โอเพนเอสเอสแอล (Openssl) [12] ที่เป็นเครื่องมือโอเพนซอร์ซ จากนั้นทำการคอนฟิกค่าที่เว็บเซิร์ฟเวอร์ เพื่อให้เว็บเซิร์ฟเวอร์สนับสนุนการทำงานของเอสเอสแอลโพรโทคอล

โดยดำเนินการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบซึ่งแบ่งออกเป็น 3 เทียร์ ได้แก่ 1) ส่วนการนำเสนอ (Presentation Tier) เป็นส่วนของไคลเอนต์ซึ่งทำหน้าที่เป็นส่วนต่อประสานผู้ใช้ 2) ส่วนตรรกะเชิงธุรกิจ (Business Logic Tier) เป็นส่วนกลางซึ่งทำหน้าที่ให้บริการและประมวลผลข้อมูลแก่ไคลเอนต์ 3) ส่วนจัดเก็บข้อมูล (Data Storage Tier) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลของระบบ โดยใช้แอ็คทีฟไดเรกทอรีเป็นฐานข้อมูลกลางในการจัดเก็บข้อมูลผู้ใช้ และใช้ฐานข้อมูลมายเอสคิวแอลในการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ของระบบ เพื่อแบ่งหน้าที่การทำงานของแต่ละส่วนออกอย่างชัดเจน อีกทั้งผู้วิจัยได้นำหลักการของเอ็มวีซี (Model-View-Controller : MVC) [13] มาช่วยในการออกแบบและพัฒนาระบบให้มีลักษณะที่ดีในเรื่องของ High Cohesion และ Low Coupling ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) วิว (View) ทำหน้าที่เป็นส่วนต่อประสานผู้ใช้ 2) คอนโทรลเลอร์ (Controller) ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบระหว่างวิวและโมเดล 3) โมเดล (Model) ทำหน้าที่ส่งการทำงานที่มาจากคอนโทรลเลอร์ไปทำงานในส่วนติดต่อกับฐานข้อมูล ต่อมาในส่วนของการออกแบบแบบจำลองข้อมูลสำหรับระบบได้นำกฎนอร์มัลไลเซชัน (Normalization Rule) มาประยุกต์ใช้ เพื่อช่วยลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลและทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องมากขึ้น สุดท้ายในส่วนของการ

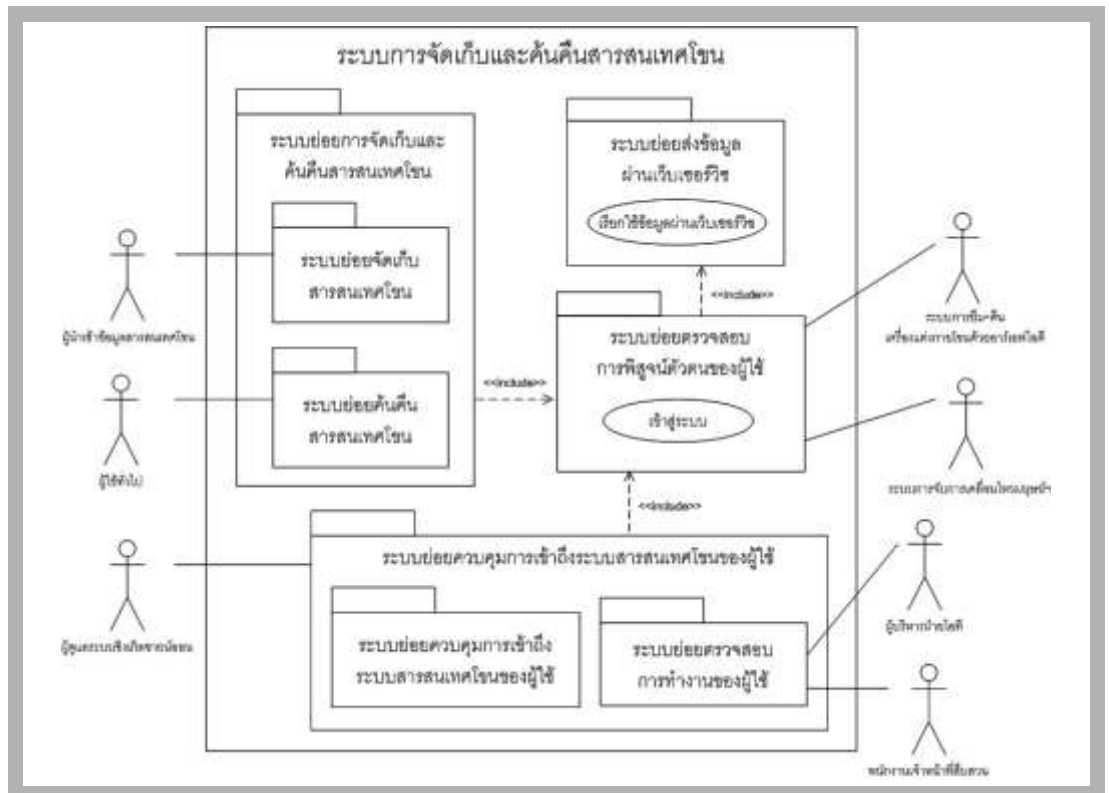
ออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ [14] ผู้วิจัยได้ใช้หลักการในการออกแบบมาเป็นแนวทาง โดยมุ่งเน้นในเรื่องของการใช้งาน (Usability) เพื่อให้ระบบง่ายต่อการใช้งานและผู้ใช้สามารถเรียนรู้การใช้ระบบงานได้รวดเร็ว

V. ขั้นตอนการพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศไซเบอร์ได้ใช้กระบวนการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยระเบียบวิธีการพัฒนาแบบต้นแบบ ซึ่งเน้นในเรื่องของความเร็วในการพัฒนาผ่านการเกี่ยวข้องกับผู้ใช้อย่างสม่ำเสมอ โดยการสร้างต้นแบบ ซึ่งในการจัดทำโครงการนี้ จะทำการสร้างต้นแบบเชิงวิวัฒนาการ เพื่อการประหยัดเวลา และเพื่อให้ผู้ใช้สามารถทดลองใช้งานระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นแล้วปรับข้อกำหนดของซอฟต์แวร์ให้ตรงกับความต้องการมากที่สุด ซึ่งได้พัฒนาระบบตามวัฏจักรการพัฒนาระบบ โดยสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนหลัก ดังนี้

5.1 การศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการ

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของระบบงานปัจจุบัน แนวคิดที่ได้จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงอ้างอิง และแนวคิดของการเข้าสู่ระบบครั้งเดียว สามารถสรุปข้อกำหนดความต้องการเชิงหน้าที่สำหรับการพัฒนาระบบใหม่แสดงด้วยแผนภาพยูสเคสดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5

แผนภาพยูสเคสของความต้องการเชิงหน้าที่

จากแผนภาพยูสเคสของระบบสามารถอธิบายความต้องการเชิงหน้าที่และผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบคือระบบต้นแบบประกอบไปด้วยผู้กระทำที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 7 ผู้กระทำดังนี้ ผู้นำเข้าข้อมูลสารสนเทศไซเบอร์ ผู้ใช้ทั่วไป ผู้ดูแลระบบเชิงกลชายนออนไลน์ ผู้บริหารฝ่ายไอที พนักงานเจ้าหน้าที่สืบสวน ระบบต้นแบบการจับการเคลื่อนไหวมนุษย์ และระบบต้นแบบการยืมและคืนเครื่องแต่งกายไซเบอร์ ซึ่งการทำงานแบ่งเป็น 4 ส่วนดังนี้

- 1) ระบบต้นแบบการจับเก็บและค้นคืนสารสนเทศเทคโนโลยี เป็นส่วนของการจัดการสารสนเทศเทคโนโลยีในเรื่องของการจับเก็บซึ่งสามารถทำการเพิ่ม ลบ แก้ไขสารสนเทศเข้าสู่ฐานข้อมูลกลาง และส่วนของการค้นคืนข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์
- 2) ระบบย่อยควบคุมการเข้าถึงระบบสารสนเทศของผู้ใช้ เป็นส่วนของการจัดการในด้านความมั่นคงของการเข้าถึงระบบสารสนเทศเทคโนโลยี ซึ่งสามารถควบคุมการเข้าใช้งานของผู้ใช้ และตรวจสอบการทำงานของผู้ใช้ได้
- 3) ระบบย่อยตรวจสอบการพิสูจน์ตัวตนของผู้ใช้ เป็นส่วนกลางของการจัดการการพิสูจน์ตัวตนของผู้ใช้
- 4) ระบบย่อยสำหรับบริการข้อมูลผ่านเว็บเซอวิซ เป็นส่วนที่ให้บริการข้อมูลสารสนเทศเทคโนโลยีและตรวจสอบการพิสูจน์ตัวตนของผู้ใช้จากฐานข้อมูลกลางให้แก่ระบบที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ระบบต้นแบบการจับเก็บการเคลื่อนไหวมนุษย์ และระบบต้นแบบการยืม-คืนสำหรับเครื่องแต่งกายอินด้วยอาร์เอฟไอดี

นอกจากนี้ยังได้พิจารณาให้มีความสำคัญในเชิงคุณภาพการทำงานของระบบ ซึ่งสามารถกำหนดความต้องการเชิงคุณภาพของระบบ ได้ดังนี้

- 1) ด้านสารสนเทศ (Information) ระบบจะจัดเก็บสารสนเทศเทคโนโลยีทั้งหมดไว้ในระบบฐานข้อมูล ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงและแก้ไขได้ตลอดเวลา เพื่อความถูกต้อง
- 2) ด้านประสิทธิผล (Efficiency) ระบบสามารถทำงานทั้งวินโดวส์เบสแอปพลิเคชันและเว็บเบสแอปพลิเคชันเพื่อรองรับผู้ใช้ที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบที่แตกต่างกันสามารถใช้งานได้ นอกจากนี้ระบบให้ขั้นตอนในจัดเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูล และสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูล โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า
- 3) ด้านควบคุมและการรักษาความมั่นคง (Control and Security) ระบบมีการตรวจสอบการพิสูจน์ตัวตนของผู้ใช้ โดยผู้ใช้งานต้องทำการล็อกอินในการเข้าใช้งานระบบ ผ่านระบบย่อยตรวจสอบการพิสูจน์ตัวตนของผู้ใช้ ทำให้ผู้ที่ไม่มีความรู้ไม่สามารถเข้าใช้งานระบบได้ นอกจากนี้การรักษาความมั่นคงในการเข้าถึงข้อมูล ซึ่งเป็นหน้าที่ของแต่ละระบบที่ต้องทำการตรวจสอบว่าผู้ใช้นั้นสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ในระบบใด เช่น เพิ่ม แก้ไข ลบ เรียกดู และออกรายงาน เป็นต้น อีกทั้งระบบมีส่วนของการบันทึกเหตุการณ์การจัดการต่างๆ ในฐานข้อมูลเพื่อตรวจสอบการดำเนินการต่างๆ ภายหลังได้ และระบบยังมีการตรวจสอบข้อมูลก่อนการนำเข้าสู่ระบบรวมทั้งแจ้งเตือนทุกครั้งก่อนที่จะทำการลบข้อมูลภายในระบบ เพื่อป้องกันความผิดพลาดของผู้ใช้ระบบ

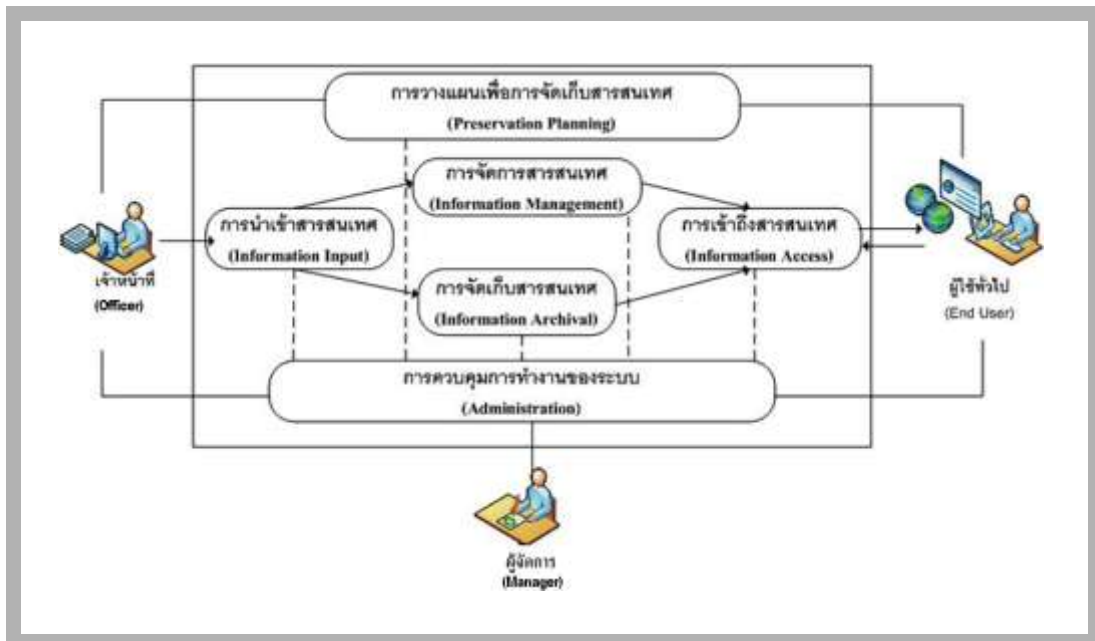
5.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

5.2.1 การประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงอ้างอิงสำหรับไอเอไอเอส

ในหัวข้อนี้จะนำเสนอผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงอ้างอิงสำหรับไอเอไอเอส เพื่อสนับสนุนกิจกรรมการจับเก็บและค้นคืนสารสนเทศเทคโนโลยีของสำนักการสังคีต กรมศิลปากร แสดงเป็นแบบจำลองเชิงภาพรวมของระบบดังรูปที่ 6

รูปที่ 6

แบบจำลองเชิงภาพรวม
ของระบบการจัดเก็บและ
ค้นคืนสารสนเทศ



จากรูปที่ 6 แบบจำลองเชิงภาพรวมของระบบประกอบด้วยองค์ประกอบของระบบและแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.2.1.1 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องของระบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศ

- 1) เจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้อง (Officer) เป็นบทบาทของบุคคลที่มีหน้าที่นำเข้าสารสนเทศเพื่อจัดเก็บเข้าสู่ระบบ ในที่นี้คือเจ้าหน้าที่สำนักงานการสังคม กรมศิลปากร ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้และความชำนาญในเรื่องของสารสนเทศ
- 2) ผู้จัดการ (Manager) เป็นบทบาทของบุคคลหรือระบบที่มีหน้าที่ในการจัดการการทำงานต่างๆ ภายในระบบการจัดเก็บสารสนเทศ ในส่วนของบุคคลอาจเป็นผู้บริหารขององค์กรซึ่งมีหน้าที่กำหนดนโยบายของการจัดเก็บสารสนเทศ หรือหากเป็นระบบจะเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการการนำเข้าสารสนเทศเข้าสู่แหล่งจัดเก็บ
- 3) ผู้ใช้ทั่วไป (End User) เป็นบทบาทของบุคคลผู้ที่ต้องการค้นคืนข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในแหล่งข้อมูล หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือเป็นผู้รับสารสนเทศที่ถูกจัดเก็บไว้ ซึ่งในที่นี้จะเป็นกลุ่มของผู้ใช้ทั่วไปที่สามารถรับทราบสารสนเทศผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ต

5.2.1.2 แบบจำลองเชิงฟังก์ชันของระบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศ

การออกแบบแบบจำลองเชิงฟังก์ชันของระบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศ เพื่อแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนและหน้าที่ของระบบการจัดเก็บสารสนเทศและองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ซึ่งสามารถออกแบบแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน ซึ่งแบ่งหน้าที่การทำงานออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) **การนำเข้าสารสนเทศ (Information Input)** เป็นส่วนของการทำงานที่เกี่ยวข้องกับเจ้าหน้าที่ขององค์กร ซึ่งเป็นขั้นตอนของการเตรียมข้อมูลสำหรับนำไปเป็นสารสนเทศเพื่อนำเข้าสู่ระบบการจัดเก็บสารสนเทศ โดยข้อมูลที่ใช้ในการนำเข้าสู่ระบบ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องแต่งกาย ยืนเครื่องและการแสดงโขน ซึ่งการนำเข้าสารสนเทศเข้าสู่ระบบจะผ่านวินโดวส์เบสแอปพลิเคชัน (Windows-based Application) ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการจัดเก็บเป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบดิจิทัล ซึ่งเป็น ข้อความ แฟ้มรูปภาพ แฟ้มเสียงและแฟ้มวีดิทัศน์
- 2) **การจัดเก็บสารสนเทศ (Information Archival)** เป็นขั้นตอนของการจัดการเพื่อนำสารสนเทศไปจัดเก็บไว้ในแหล่งจัดเก็บที่เตรียมไว้ซึ่งส่วนการทำงานนี้จะเป็นตัวจัดการการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศภายในแหล่งจัดเก็บ ส่วนนี้เป็นการพัฒนาระบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศโขน ที่พัฒนาเป็นวินโดวส์เบสแอปพลิเคชัน ซึ่งระบบส่วนนี้สามารถเพิ่มแก้ไข ลบข้อมูลที่จัดเก็บในฐานข้อมูลได้
- 3) **การจัดการสารสนเทศ (Information Management)** เป็นส่วนของการจัดการและบำรุงรักษาสารสนเทศภายในแหล่งจัดเก็บ รวมถึงการปรับปรุงฐานข้อมูล และจัดการการทำงานของฐานข้อมูล ในส่วนนี้เกี่ยวข้องกับการทำงานของฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บสารสนเทศ ซึ่งใช้เทคโนโลยีมายเอสคิวแอล (MySQL) ในการสร้างฐานข้อมูล โดยมีเครื่องมือที่ใช้ติดต่อกับฐานข้อมูลคือพีเอชพีมายแอดมิน (PHPMyAdmin)
- 4) **การเข้าถึงสารสนเทศ (Information Access)** เป็นส่วนของการทำงานที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้ทั่วไปที่มีความต้องการรับทราบสารสนเทศโขนที่ถูกจัดเก็บไว้ ซึ่งผู้ใช้สามารถค้นคืนและรับทราบสารสนเทศผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) ของระบบอินเทอร์เน็ต โดยสามารถค้นคืนได้ตามหมวดหมู่ของตัวละคร เครื่องแต่งกายยืนเครื่อง ตอนการแสดง เป็นต้น
- 5) **การควบคุมการทำงานของระบบ (Administration)** เป็นการทำหน้าที่ในส่วนของการดูแลและควบคุมการทำงานของระบบจัดเก็บสารสนเทศทั้งระบบให้เป็นไปตามแบบแผนที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งส่วนการทำงานนี้เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบตรวจสอบบันทึกการดำเนินการต่างๆกับฐานข้อมูล พิมพ์เอกสารการบันทึกการดำเนินการได้ เพื่อเป็นเอกสารสรุปข้อมูลภายในระบบ
- 6) **การวางแผนเพื่อการจัดเก็บสารสนเทศ (Preservation Planning)** เป็นส่วนของการจัดการวางแผนสำหรับการจัดเก็บสารสนเทศ ซึ่งส่วนนี้เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการจัดการ เช่นผู้บริหารเป็นผู้กำหนดรูปแบบและองค์ประกอบต่างๆ ของสารสนเทศที่ต้องการจัดเก็บ ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการจัดเก็บและปรับปรุงสารสนเทศ รวมถึงการเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการจัดเก็บสารสนเทศ

5.2.2 การประยุกต์ใช้แนวคิดการเข้าสู่ระบบครั้งเดียวสำหรับการรับและส่งข้อมูลระหว่างระบบ

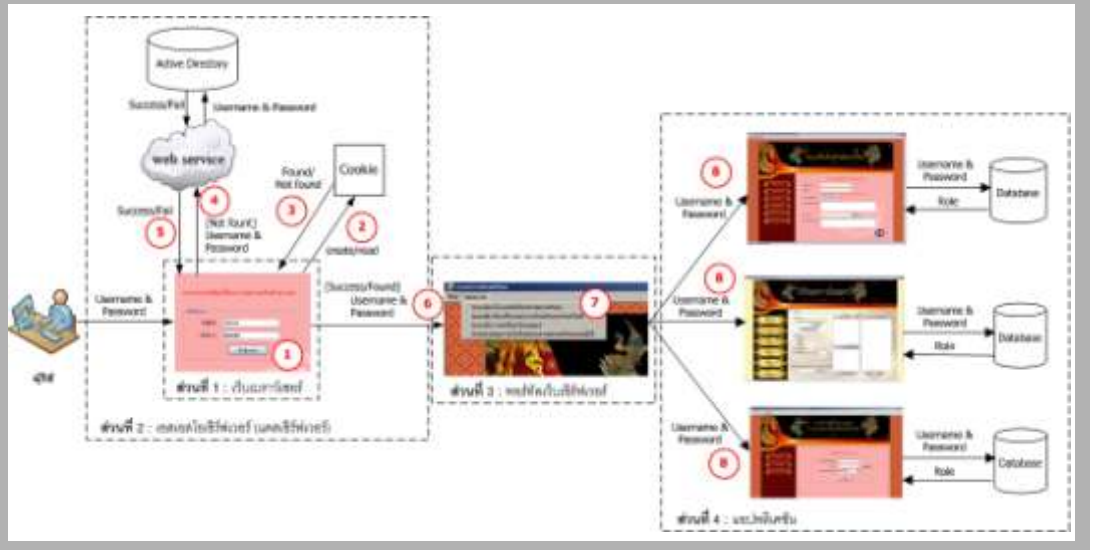
ในส่วนนี้อธิบายถึงขั้นตอนการติดต่อสื่อสารกันระหว่างระบบ ซึ่งควรมีข้อมูลนำเข้าและข้อมูลนำออกอะไรบ้าง เพื่อนำไปประมวลผลให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการออกมาในการนำไปใช้งานสำหรับขั้นตอนต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 7

- 1) ผู้ใช้ทำการเข้าสู่ระบบโดยการป้อนชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านผ่านระบบต้นแบบควบคุมการเข้าถึงระบบสารสนเทศโขนของผู้ใช้ เพื่อทำการพิสูจน์ตัวตนก่อนการเข้าใช้งาน
- 2) ระบบทำการตรวจสอบหลักฐานการพิสูจน์ตัวตนของผู้ใช้จากไฟล์คุกกี้ที่เก็บอยู่ที่เครื่องผู้ใช้

- 3) เมื่อระบบตรวจสอบหลักฐานการพิสูจน์ตัวตนของผู้ใช้เรียบร้อยแล้ว หากผลการตรวจสอบไม่พบหลักฐานการพิสูจน์ตัวตนของผู้ใช้ ระบบจะทำการส่งชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ เพื่อทำการพิสูจน์ตัวตนของผู้ใช้จากฐานข้อมูลกลาง ถ้าพบหลักฐานการพิสูจน์ตัวตนของผู้ใช้ไปยังขั้นตอนที่ 6
- 4) ระบบจะทำการส่งชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ เพื่อทำการพิสูจน์ตัวตนของผู้ใช้กับฐานข้อมูลกลาง
- 5) เว็บเซิร์ฟเวอร์ส่งผลลัพธ์ของการพิสูจน์ตัวตนกลับมาให้ระบบว่าผู้ใช้สามารถเข้าใช้งานได้หรือไม่ ถ้าผู้ใช้ไม่สามารถเข้าใช้งานได้ ผู้ใช้จะอยู่ที่หน้าล็อกอินไปจนกว่าผู้ใช้จะพิสูจน์ตัวตนสำเร็จ
- 6) ถ้าผู้ใช้พิสูจน์ตัวตนสำเร็จ ระบบส่งชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านไปทำการตรวจสอบสิทธิการเข้าใช้งานระบบต่างๆ ของผู้ใช้จากฐานข้อมูล เพื่อนำไปแสดงผลบนส่วนต่อประสานผู้ใช้ ว่าสามารถเข้าใช้ระบบงานใดได้บ้าง
- 7) ผู้ใช้เลือกเข้าใช้งานระบบใดๆ บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
- 8) ระบบส่งชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านไปให้ระบบที่เลือก เพื่อให้ระบบที่เลือกนำชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านไปอนุญาตการเข้าใช้งานต่อไป โดยมีเงื่อนไขว่าระบบใดๆ ต้องนำคลาสอินเทอร์เฟซ ICentralization ไปใช้งาน เพื่อใช้ในการรับชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านที่ถูกส่งมาจากระบบต้นแบบควบคุมการเข้าถึงระบบสารสนเทศของของผู้ใช้ ในการนำไปอนุญาต (Authorization) การเข้าใช้งานของผู้ใช้ในแต่ละระบบ โดยคลาสอินเทอร์เฟซ ICentralization จะมีเมธอดล็อกอินที่รับพารามิเตอร์ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน

รูปที่ 7

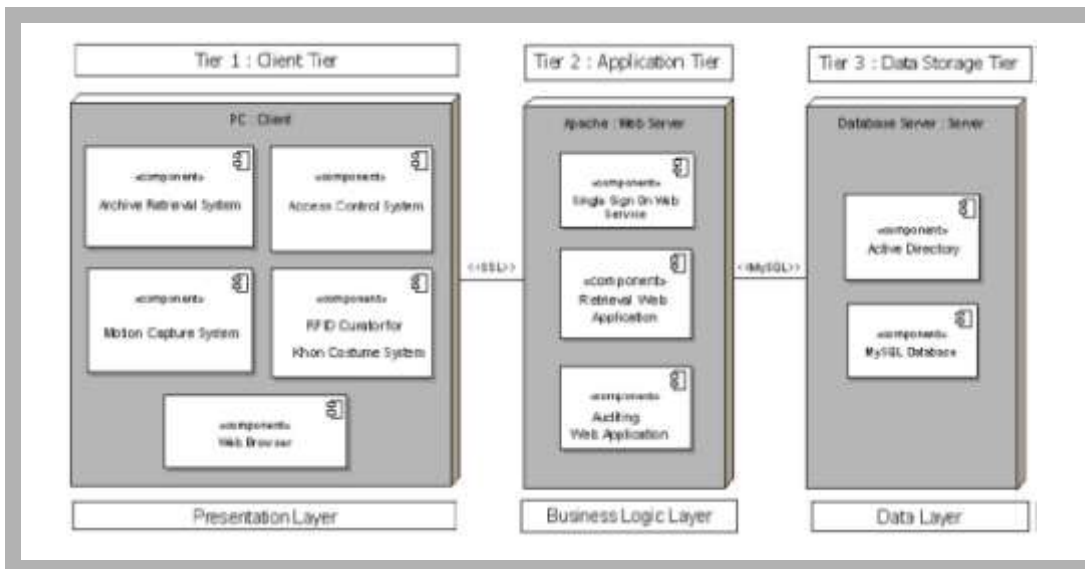
การรับและส่งข้อมูล
ระหว่างระบบด้วย
แนวความคิดการเข้าสู่
ระบบเพียงครั้งเดียว



5.2.3 สถาปัตยกรรมของระบบต้นแบบการจัดเก็บและค้นคืน

สารสนเทศโซน

การออกแบบและพัฒนาระบบ ได้ดำเนินการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบต้นแบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศโซน โดยเพิ่มส่วนการจัดการด้านความมั่นคง ในส่วนของการควบคุมการเข้าถึงระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในเครือข่าย ด้วยแนวคิดการเข้าสู่ระบบเพียงครั้งเดียว ซึ่งแสดงเป็นแผนภาพดีพลอยเมนต์ของสถาปัตยกรรมระบบเป็นแบบ 3 เทียร์ (3-Tier) โดยมีฐานข้อมูลแบบศูนย์กลางรวม (Centralized Database) ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8

สถาปัตยกรรมของระบบ
ต้นแบบการจัดเก็บและ
ค้นคืนสารสนเทศขึ้น

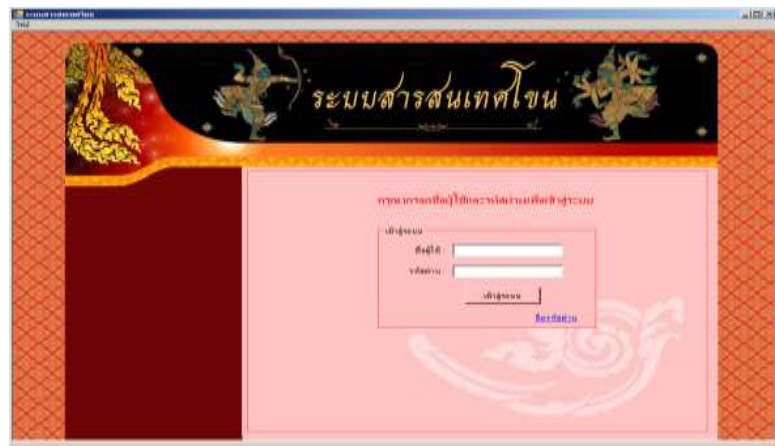
จากรูปที่ 8 สถาปัตยกรรมของระบบต้นแบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศขึ้น แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

- 1) ชั้นส่วนนำเสนอ (Presentation Tier) เป็นชั้นส่วนของลูกข่ายซึ่งทำหน้าที่เป็นส่วนต่อประสานผู้ใช้ซึ่งเป็นตัวติดต่อกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ผ่านเอสเอสแอลโพรโทคอล ประกอบด้วย ระบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศขึ้น ระบบควบคุมการเข้าถึงระบบสารสนเทศขึ้นของผู้ใช้ ระบบต้นแบบการยืม-คืนสำหรับเครื่องแต่งกายขึ้นด้วยอาร์เอฟไอดี ระบบต้นแบบการจับการเคลื่อนไหวของมนุษย์และการกำหนดเป้าหมายใหม่ด้วยวิธีจลศาสตร์ย้อนกลับ และเว็บเบราว์เซอร์
- 2) ชั้นส่วนตรรกะเชิงธุรกิจ (Business Logic Tier) เป็นส่วนกลางซึ่งทำหน้าที่ให้บริการและประมวลผลข้อมูลแก่เครื่องลูกข่าย โดยใช้แอปพลิเคชันเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งประกอบด้วยเอสเอสไอเว็บเซิร์ฟเวอร์ ระบบค้นคืนสารสนเทศ และระบบย่อยตรวจสอบการทำงานของผู้ใช้ที่เป็นเว็บแอปพลิเคชัน
- 3) ชั้นส่วนหน่วยเก็บข้อมูลของระบบ (Data Storage Tier) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลของระบบ โดยใช้แอ็คทีฟไดเรกทอรีเป็นฐานข้อมูลกลางในการจัดเก็บข้อมูลผู้ใช้ และใช้ฐานข้อมูลมายเอสคิวแอลในการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ของระบบ และใช้ MySQLConnection ในการติดต่อกับเว็บเซิร์ฟเวอร์

จากนั้นดำเนินการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้สำหรับระบบควบคุมการเข้าถึงระบบสารสนเทศขึ้นของผู้ใช้ ดังรูปที่ 9 ถึงรูปที่ 11 และระบบต้นแบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศขึ้น รูปที่ 12 ถึงรูปที่ 15

รูปที่ 9

ส่วนต่อประสานผู้ใช้ของ
การล็อกอิน



รูปที่ 10

ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดง
เมนูรายการของระบบงาน
ที่ผู้ใช้มีสิทธิเข้าใช้งาน



รูปที่ 11

ส่วนต่อประสานผู้ใช้ของ
ระบบควบคุมการเข้าถึง
ระบบสารสนเทศไทยของ
ผู้ใช้



[illegible]

ผลการค้นหาในกลุ่มตัวละคร



พระราชม

พระราชม คือ **พระเชษฐาธิราช** จิตรกร (สมัยสุโขทัย) สมญา คือคำนำหน้าเป็นพระราชมในรัชกาลสุโขทัย ครั้น นางกำสรวล เพื่อจะพา **พระเชษฐา** **พระราชม** ไปพระเวียงตามท่วงพระราชมตา ๓ พระองค์ คือ พระราชม **พระเชษฐา** และพระเชษฐาอยู่ ซึ่งต่างก็มีความรักใคร่กับ **พระเชษฐา** พระเชษฐาอยู่ **พระราชม** คือ **พระเชษฐา**

พระราชม มีภาพลักษณ์ สามารถปรากฏว่าเป็น **พระเชษฐา** มีลักษณะภาพพระเชษฐาอยู่ คือ สร ซึ่งเป็นภาพสุริยวงศ์ ที่ได้ไปประทับแรมจากพระเชษฐา

บทบาทที่สำคัญในเรื่องราวพระเชษฐา คือ

- เมื่อมาราธิ **พระราชม** ไปรับการศึกษาศิลปศาสตร์ กับเจ้าหญิงสุริยวรา มีพร หรือสุริยวรา มีพระเชษฐา คือ เจ้าหญิงสุริยวรา และสุริยวรา ซึ่งมีพระเชษฐาอยู่
- การเดินทางที่พระเชษฐา (สุริยวรา) ไปไว้ที่ทุ่งหญ้าที่ป่าของพระเชษฐาอยู่ เพื่อไปรับกับ **พระเชษฐา** ที่สามารถพบพระเชษฐาได้สำเร็จ และได้พบกับ **พระเชษฐา** พระราชมเห็นพระเชษฐาอยู่มาโดยนัย สามารถไปรับพระเชษฐาอยู่ (สุริยวรา) และไปรับพระเชษฐาอยู่
- เมื่อพระเชษฐาอยู่ และพระเชษฐาอยู่ พยายามจะพา **พระเชษฐา** ไป
- พระราชมจะพา **พระเชษฐา** ไปรับพระเชษฐาอยู่
- ไปช่วย **พระเชษฐา** ไปรับพระเชษฐาอยู่
- ไปรับ...

www.ej.eng.chula.ac.th

รูปที่ 15

ส่วนต่อประสานผู้ใช้ส่วน
รายละเอียดตอนการ
แสดงโขน



5.4 การทดสอบระบบ

เมื่อพัฒนาระบบต้นแบบครบตามข้อกำหนดความต้องการแล้ว เพื่อให้ได้ซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพและเป็นไปตามระเบียบวิธีการพัฒนาแบบต้นแบบจึงได้มีการทดสอบ 2 ขั้นตอนคือ ทดสอบโดยผู้พัฒนาระบบ และทดสอบโดยผู้ใช้ โดยแบ่งการทดสอบเป็น 4 ประเภทดังนี้

- 1) การทดสอบหน่วยย่อย (Unit Testing) เป็นการทดสอบขณะทำการพัฒนาระบบซึ่งจะพิจารณาถึงความถูกต้องในการทำงานของหน้าที่งานแต่ละหน้าที่ว่าสามารถทำงานได้ถูกต้องหรือไม่
- 2) การทดสอบแบบบูรณาการ (Integration Testing) เป็นการทดสอบการทำงานร่วมกันของหน่วยย่อยในระบบ เมื่อได้ทดสอบหน่วยย่อยแล้ว จึงมาตรวจสอบดูว่าเมื่อทำงานร่วมกันจะยังมีความถูกต้องหรือไม่
- 3) การทดสอบระบบ (System Testing) เป็นการทดสอบที่กระทำหลังจากพัฒนาระบบเสร็จสิ้นครบทุกหน้าที่การทำงานแล้ว โดยผู้พัฒนาได้ทำการทดสอบโดยจำลองตนเป็นผู้ใช้ทุกระดับเข้าใช้ระบบในทุกฟังก์ชันการทำงาน

การทดสอบทั้งสามประเภทดังกล่าว เป็นการทดสอบการทำงานของระบบ โดยการนำเทคโนโลยีด้านดิจิทัลมาใช้ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของสำนักการสังคีต กรมศิลปากร ได้เช่นเดียวกับระบบการจัดเก็บเครื่องแต่งกายของสถาบันเครื่องแต่งกายเกี่ยวโต ที่เน้นในด้านการรวบรวมข้อมูลและจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบดิจิทัล จากนั้นจัดทำแหล่งความรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อเป็นแหล่งความรู้ที่มีข้อมูลหลากหลายรูปแบบ เช่น เนื้อหาข้อมูล รูปภาพ และมัลติมีเดียต่างๆ โดยผู้ใช้ทั่วไปสามารถเข้าถึงข้อมูลโดยผ่านทางเว็บไซต์ อีกทั้งได้นำแนวคิดเชิงเกิลชายน์ออนมาประยุกต์ใช้สำหรับการล็อกอินเข้าใช้ระบบ โดยการกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านครั้งเดียวในการล็อกอินเข้าใช้งานในครั้งแรก หลังจากนั้นเมื่อมีการเรียกใช้งานระบบอื่นๆ ก็จะทำให้สามารถเข้าใช้งานระบบดังกล่าวได้ทันที เพราะได้มีการล็อกอินเรียบร้อยแล้ว ซึ่งสามารถทำงานได้เช่นเดียวกับระบบอินเทอร์เน็ตแอปพลิเคชันของธนาคารที่รองรับการทำงานของชิงเกิลชายน์ออน โดยผู้ใช้ทำการล็อกอินเพียงครั้งเดียว ก็สามารถใช้งานระบบอื่นๆ ภายในองค์กรได้

- 4) การทดสอบเพื่อยอมรับ (Acceptance Testing) เป็นการทดสอบที่กระทำโดยกลุ่มผู้ใช้งานระบบจริง ได้แก่ เจ้าหน้าที่สำนักงานการสังคม กรมศิลปากร โดยทำการทดสอบการทำงานของระบบเพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการทำงาน และเสนอสิ่งที่ควรแก้ไขก่อนที่ผู้พัฒนาจะส่งมอบระบบ รวมทั้งทำการรวบรวมข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการทำงานของระบบเพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงต่อไป โดยให้ผู้ใช้งานทำการกรอกแบบสอบถามการประเมินระบบ โดยมีค่าการประเมินเป็นดังนี้ 5 = ดีมาก, 4 = ดี, 3 = ปานกลาง, 2 = พอใช้ และ 1 = ควรปรับปรุง ซึ่งสามารถสรุปผลการทดสอบเพื่อยอมรับโดยผู้ใช้งานซึ่งผลทดสอบเป็นค่าเฉลี่ยการประเมินของแต่ละรายการ ดังตารางที่ 2

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยการประเมินของผู้ใช้			ค่าเฉลี่ยผู้ใช้งานทั้งหมด
	เจ้าหน้าที่ดูแลระบบ	เจ้าหน้าที่ดูแลข้อมูล	ผู้ใช้งานทั่วไป	
1. ด้านการทำงาน				
1) การเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลทำงานได้ถูกต้อง	5.0	4.8	5.0	4.9
2) การตอบสนองการทำงานในการประมวลผลของระบบได้รวดเร็ว	5.0	5.0	4.8	4.9
3) การเข้าสู่ระบบมีความปลอดภัย	5.0	5.0	5.0	5.0
4) การเข้าสู่ระบบครั้งเดียวสามารถทำได้ถูกต้อง	5.0	5.0	5.0	5.0
2. ด้านรูปลักษณะของส่วนต่อประสาน				
1) ความสวยงามของส่วนต่อประสาน	5.0	4.8	4.8	4.9
2) การจัดตำแหน่งหน้าจอระบบมีความเหมาะสม	5.0	5.0	5.0	5.0
3) รูปแบบหน้าจอต่อการใช้งาน	5.0	5.0	5.0	5.0
4) รูปแบบหน้าจอการนำเสนอรายละเอียดข้อมูลมีความเหมาะสม	4.6	4.4	5.0	4.7
5) ข้อความในระบบง่ายต่อการเข้าใจ	5.0	4.8	4.8	4.9
3. ด้านการจัดการข้อมูล				
1) ข้อมูลที่นำเสนอมีความเหมาะสม	4.6	4.8	5.0	4.8
2) จำนวนข้อมูลที่ต้องกรอกมีความเหมาะสม	5.0	5.0	5.0	5.0
3) การตรวจสอบข้อมูลนำเข้ามีความเหมาะสม	4.8	4.4	5.0	4.7
4) จำนวนข้อมูลนำเข้ามีความเหมาะสม	4.8	5.0	5.0	4.9
5) การป้องกันความผิดพลาดในการดำเนินการกับข้อมูลมีความเหมาะสม	5.0	5.0	5.0	5.0
4. ด้านการรักษาความมั่นคง				
1) การเข้าสู่ระบบเพียงครั้งเดียวเพื่อเข้าใช้ระบบต่างๆมีความเหมาะสม	4.8	5.0	-	4.9
2) การตรวจสอบการทำงานของผู้ใช้งานสำหรับทุกระบบมีความเหมาะสม	4.8	5.0	-	4.9

ตารางที่ 2

สรุปผลการทดสอบเพื่อ
การยอมรับโดยผู้ใช้งาน

หมายเหตุ : (-) หมายถึงผู้ใช้งานทั่วไปไม่มีสิทธิในการเข้าใช้ระบบด้านการรักษาความมั่นคง

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าการทดสอบโดยผู้ที่มีความพึงพอใจในการทำงานของโปรแกรม แต่ยังมีปัญหาในบางเรื่องที่ต้องมีการปรับปรุงให้ดีขึ้น ซึ่งเป็นปัญหาด้านรูปลักษณะของส่วนต่อประสาน ผู้ใช้ด้านการจัดการข้อมูลและด้านการรักษาความมั่นคง เนื่องจากมีพื้นที่จำกัดในการแสดงรายละเอียดของข้อมูลที่มีความยาวมาก และการตรวจสอบข้อมูลนำเข้ามีบางกรณีที่ยังไม่สามารถตรวจสอบความซ้ำซ้อนของข้อมูลได้ ซึ่งหลังจากที่ให้ผู้ทดสอบได้มีการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว นอกจากนี้ ยังมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้ใช้นี้ ดังนี้

- 1) การออกรายงานสรุปผลข้อมูลควรมีรายงานแสดงรายละเอียดของข้อมูลที่จัดเก็บในฐานข้อมูล เพื่อช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องและติดตามสถานะของข้อมูลที่ถูกจัดเก็บ
- 2) การเพิ่มข้อมูลควรมีการกำหนดรหัสของข้อมูลตามรูปแบบของการกำหนดรหัสข้อมูลของสำนักการสังคม กรมศิลปากร เพื่อความสอดคล้องกับมาตรฐานและเพื่อความเข้าใจที่ตรงกันของผู้ใช้ ในองค์กร
- 3) การเพิ่มข้อมูลรูปภาพ ภาพวิดิทัศน์ และแฟ้มข้อมูลเสียงควรมีการเพิ่มข้อมูลได้อย่างไม่จำกัด เนื่องจากการแสดงในหน้าจอหนึ่งๆ อาจจะมีรูปภาพและภาพวิดิทัศน์จำนวนมาก
- 4) การแสดงรายละเอียดของรูปภาพ ภาพวิดิทัศน์ และแฟ้มข้อมูลเสียง ควรมีการแสดงรายละเอียดของข้อมูลที่มีจำนวนมาก เพื่อใช้อธิบายรายละเอียดของข้อมูลนั้นๆ อีกทั้งการค้นคืนข้อมูลผู้ใช้ต้องกำหนดคำค้นเอง เพื่อให้ผลการค้นหาถูกต้องตามความต้องการของผู้ใช้
- 5) ถ้าผู้ใช้ทำงานอยู่นอกสถานที่ จะไม่สามารถจัดการข้อมูลผ่านระบบได้ เนื่องจากระบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศเป็นวินโดวส์แอปพลิเคชัน
- 6) การนำซึ่งเกลช่ายน็ออนมาประยุกต์ใช้ควรต้องให้ความสำคัญกับข้อจำกัดของระบบเดิม ซึ่งในบางกรณีอาจจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขซอร์ซโค้ดบางส่วน เพื่อให้สนับสนุนการทำงานของซึ่งเกลช่ายน็ออน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อส่วนที่เชื่อมต่อกันได้ และควรต้องระบุขั้นตอนในการนำซึ่งเกลช่ายน็ออนมาประยุกต์ใช้ให้ชัดเจนว่าระบบเดิม และระบบใหม่ควรมีขั้นตอนในการประยุกต์ใช้ ซึ่งเกลช่ายน็ออน เป็นอย่างไร เพื่อสร้างให้เป็นมาตรฐานขององค์กรในการนำซึ่งเกลช่ายน็ออนมาประยุกต์ใช้ เพราะมาตรฐานจะช่วยเป็นแนวทางให้แก่ระบบที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ซึ่งจะต้องทำการพัฒนาระบบให้สอดคล้องกับมาตรฐานของการนำซึ่งเกลช่ายน็ออนมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้ระบบที่พัฒนาขึ้นมาใหม่สามารถใช้ชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่านเดียว ในการเข้าใช้งานระบบต่างๆ ภายในองค์กรได้
- 7) ระบบควบคุมการเข้าถึงระบบสารสนเทศอาจทำให้เกิดปัญหาทางด้านการใช้ทรัพยากรของระบบคอมพิวเตอร์สิ้นเปลือง เนื่องจากผู้ใช้งานที่ละระบบ ซึ่งไม่ได้ต้องการใช้งานทุกระบบในขณะนั้น ซึ่งเหตุการณ์นี้อาจเกิดขึ้น เนื่องจากระบบงานมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และอาจเกิดความเสี่ยงทางด้านความมั่นคงในการเข้าถึงระบบ เนื่องจากผู้ใช้งานไม่ได้อยู่ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ตลอดเวลาซึ่งอาจมีผู้ไม่ประสงค์ดีสวมรอยและทำการเข้าใช้งานระบบงานแทน ซึ่งอาจทำให้สารสนเทศและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องได้รับความเสียหาย

VI. สรุปผล

งานวิจัยนี้เสนอแนวคิดสำหรับการออกแบบและพัฒนาระบบการจัดการสารสนเทศแบบดิจิทัล โดยนำกระบวนการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์มาใช้ในการพัฒนาระบบด้วยระเบียบวิธีการพัฒนาระบบแบบต้นแบบ อีกทั้งนำหลักการของแบบจำลองเชิงอ้างอิงสำหรับระบบสารสนเทศเพื่อการจัดเก็บแบบเปิดมาประยุกต์ใช้สำหรับการออกแบบระบบต้นแบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศ ซึ่งผลจากการนำแบบจำลองเชิงอ้างอิงมา

ประยุกต์ใช้ได้ทำการกำหนดองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง แบบจำลองเชิงฟังก์ชัน และเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการพัฒนาระบบต้นแบบ เพื่อให้ระบบที่ได้เป็นไปตามมาตรฐานสากลที่เป็นที่ยอมรับ ในแง่ของด้านความต้องการเชิงคุณภาพด้านความมั่นคงของข้อมูลได้นำหลักการการเข้าระบบครั้งเดียวมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบแบบจำลองควบคุมการเข้าถึงสารสนเทศของผู้ใช้ เพื่อควบคุมการเข้าระบบ โดยประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีของเว็บเซอร์วิสและการเข้ารหัสลับ ซึ่งผลจากการวิจัยนี้ได้เป็นระบบต้นแบบที่เป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการทำงานของเจ้าหน้าที่กรมศิลปากรในการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศไซเบอร์ อีกทั้งยังสามารถควบคุมการเข้าใช้ระบบ เพื่อรักษาความมั่นคงในการเข้าถึงระบบสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถสรุปผลการปรับปรุงและพัฒนาระบบ ได้ดังตารางที่ 3

หลังจากที่ได้มีการทดสอบการยอมรับจากผู้ใช้ ทำให้ผู้พัฒนาได้ทราบข้อเสนอแนะของผู้ใช้ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาระบบต่อไปเพื่อให้ได้ระบบที่มีประสิทธิภาพตรงกับความต้องการผู้ใช้ ดังนี้

- 1) พัฒนาฟังก์ชันการออกรายงานสำหรับสรุปรายละเอียดของข้อมูลต่างๆ ที่จัดเก็บในฐานข้อมูล เพื่อช่วยในการตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูลและนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป
- 2) กำหนดรหัสของข้อมูลโดยยึดตามรูปแบบของการกำหนดรหัสข้อมูล ของสำนักงานการสังคึกกรมศิลปากร
- 3) ปรับปรุงฟังก์ชันการเพิ่มข้อมูลรูปภาพและภาพวิดีโอให้สามารถเพิ่มข้อมูลได้อย่างไม่จำกัด จากที่ในปัจจุบันมีข้อจำกัดในการเพิ่มข้อมูลรูปภาพได้ไม่เกิน 5 ภาพ และภาพวิดีโอรวมถึงเพิ่มข้อมูลเสียงสามารถเพิ่มจำนวนได้ไม่เกิน 3 แฟ้มข้อมูล
- 4) ปรับปรุงฟังก์ชันการสืบค้นข้อมูลตามคำค้นในระบบสืบค้นสารสนเทศไซเบอร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยทำให้สามารถประมวลผลคำค้นและผลการค้นหาได้อย่างลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น จากที่ในปัจจุบันฟังก์ชันสืบค้นทำงานโดยอาศัยการเปรียบเทียบความเหมือนระหว่างคำค้นกับข้อมูลในฐานข้อมูลเท่านั้น
- 5) ปรับปรุงระบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศไซเบอร์เป็นเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้เจ้าหน้าที่สำนักงานการสังคึกสามารถนำเข้าสู่ข้อมูลไซเบอร์ได้ แม้เจ้าหน้าที่สำนักงานการสังคึกทำงานอยู่นอกสถานที่ พร้อมทั้งขยายขอบเขตการให้บริการข้อมูลผ่านเว็บเซอร์วิส ให้มีบริการที่กว้างขวางและหลากหลายมากยิ่งขึ้น รวมถึงการจัดเซอร์วิสให้บริการแก่บุคคลทั่วไปที่สนใจนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ได้
- 6) ปรับปรุง หรือแก้ไขข้อบกพร่องให้น้อยที่สุด โดยทำการปรับปรุงในส่วนของหน้าการล็อกอินของระบบที่เชื่อมต่อ เพื่อรับข้อมูลผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อให้ระบบที่เชื่อมต่อ นำไปทำการขออนุญาตเข้าใช้ระบบต่อไป
- 7) ปรับปรุงระบบให้มีการออกจากระบบโดยอัตโนมัติ ภายหลังจากที่ระบบไม่ได้ใช้งานเพื่อปลดปล่อยทรัพยากรระบบ เพื่อให้การทำงานส่วนอื่นของระบบคอมพิวเตอร์ทำงานได้รวดเร็วขึ้น และเพื่อลดความเสี่ยงทางด้านความมั่นคงในการเข้าถึงระบบ ซึ่งเป็นเพียงการแก้ไขเบื้องต้นเท่านั้น ดังนั้นถ้าผู้ใช้งานไม่ได้อยู่ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้งานควรทำการออกจากระบบก่อน เพื่อป้องกันความเสี่ยงดังกล่าว

ตารางที่ 3

สรุปผลการปรับปรุงและ
พัฒนาระบบ

หน้าที่การ ทำงาน	เดิม	ใหม่
จัดเก็บและ ค้นคืนข้อมูล	สามารถทำการเพิ่ม ลบ แก้ไข เรียกดู ข้อมูลเครื่องแต่งกายยืนเครื่องโซน	สามารถทำการเพิ่ม ลบ แก้ไข เรียกดู ข้อมูลเครื่องแต่งกาย ยืนเครื่องโซนและการแสดงโซน
	สามารถค้นคืนข้อมูลได้ในหมวดหมู่ ของตัวละคร และเครื่องแต่งกายยืน เครื่อง	สามารถค้นคืนข้อมูลได้ในหมวดหมู่ของตัวละคร เครื่อง แต่งกายยืนเครื่อง ลวดลาย ตอนการแสดง บทพากย์- เจรจา และดนตรี
	ข้อมูลที่จัดเก็บ เป็นข้อมูลประเภท ข้อความ และรูปภาพ	ข้อมูลที่จัดเก็บเป็นข้อมูลประเภทข้อความ รูปภาพ ภาพวิดิ ทัศน์ และแฟ้มข้อมูลเสียง
	ระบบสามารถแสดงผลข้อความและ รูปภาพ	ระบบสามารถแสดงผลข้อความ รูปภาพ ภาพวิดิทัศน์ และ แฟ้มข้อมูลเสียง
	ระบบย่อยสำหรับบริการข้อมูลผ่าน เว็บเซอวิซยังไม่สามารถเรียกใช้งาน ได้จริง	ระบบย่อยสำหรับบริการข้อมูลผ่านเว็บเซอวิซสามารถ เรียกใช้ได้จากระบบที่เชื่อมต่อ เช่นระบบที่เชื่อมต่อ สามารถเรียกใช้บริการตรวจสอบการพิสูจน์ตัวตนจากเว็บ เซอวิซ
		เพิ่มข้อความหลายมิติ (hypertext) เพื่อเชื่อมโยงไปยัง เอกสารที่เกี่ยวข้องกัน ทำให้ผู้ใช้มีความสะดวกในการ ค้นหาข้อมูล
รักษาความ มั่นคง	ระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมีการจัดการ ด้านการพิสูจน์ตัวตนเป็นของตนเอง	เพิ่มการล็อกอินไว้ที่ระบบย่อยตรวจสอบการพิสูจน์ตัวตน เพื่อใช้เป็นหน้าล็อกอินกลางให้ระบบต่างๆ ทำการล็อกอิน ไว้ที่เดียวเพื่อความสะดวกของผู้ใช้
	ระบบต้นแบบจัดเก็บและค้นคืน สารสนเทศและระบบต้นแบบยืม-คืน เครื่องแต่งกายโซน มีการบันทึก เหตุการณ์และส่วนต่อประสานการ เรียกดูเหตุการณ์ แต่ยังไม่มีการออก รายงานสรุปการทำงานของ ผู้ใช้	ระบบต้นแบบจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศโซน และระบบ ต้นแบบการยืม-คืนเครื่องแต่งกายโซน เพิ่มการออก รายงานสรุปทำงานของผู้ใช้
	ระบบจับการเคลื่อนไหวมนุษย์ฯ ไม่มี การบันทึกเหตุการณ์การทำงานของผู้ ใช้	เพิ่มการบันทึกเหตุการณ์ ซึ่งสามารถเรียกดูและออก รายงานสรุปทำงานของผู้ใช้ได้
	การทำงานของระบบต่างๆ ภายใน เครือข่าย ที่ต้องมีการส่งข้อมูล ระหว่างกันยังไม่มีการรักษาความ มั่นคงระหว่างเครือข่าย	เพิ่มการรักษาความมั่นคงระหว่างเครือข่ายโดยใช้เอสเอส แอลโพรโตคอล

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักการสังคีต กรมศิลปากรที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการรวบรวมข้อมูลโซน และศูนย์
เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (National Electronics and Computer Technology
Center: NECTEC หรือเนคเทค) ที่ให้งบประมาณสนับสนุนการจัดทำงานวิจัยนี้

บรรณานุกรม

- [1] The Consultative Committee for Space Data Systems (CCSDS), Reference Model for an Open Archival Information System (OAIS). Blue Book, Issue 1, January, 2002.
- [2] KCI Digital Archive. [Online]. Available: http://www.kci.or.jp/archives/da_popup/index_e.html. [Accessed: Nov. 15, 2009].
- [3] S. Strodl, C. Becker, R. Neumayer, and A. Rauber, "How to choose a digital preservation strategy: Evaluation a preservation planning procedure," *Proceedings of the 7th ACM/IEEE-CS joint International Conference on Digital Libraries*, pp. 29-38, 2007
- [4] Build and implement a single sign-on solution. [Online]. Available: <http://www.ibm.com/developerworks/web/library/wa-singlesign/#resources> [Accessed: Apr. 20, 2010].
- [5] Central Authentication Server. [Online]. Available: <http://www.jasig.org/cas> [Accessed: Apr. 20, 2010].
- [6] ภคเวศย์ ทับประยูร, และ วีรยุทธ์ เกียรติสูงส่ง, *การจัดเก็บและค้นคืนเครื่องแต่งกายไซนแบบดิจิทัล*. โครงการวิศวกรรม คอมพิวเตอร์-ปริญญาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- [7] IETF. *The SSL Protocol Version 3.0*. [Online]. Available: <http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-tls-ssl-version3-00> [Accessed: June 26, 2009].
- [8] I. Sommerville, *Software Engineering*. 7th ed. Rapid Software Development, Pearson Education, pp. 391-413, 2004.
- [9] J. L. Harrington, *Relational Database Design And Implementation: Clearly Explained*, 3rd ed. MA: Elsevier Inc, 2009
- [10] D. Booth, *Web Services Architecture*. 2004. [Online]. Available: <http://www.w3.org/TR/ws-arch/>. [Accessed: Sep. 21, 2009]
- [11] C. Larman, *Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and the Unified Process*. 2nd ed. Prentice Hall, 2001.
- [12] R. Levitte, and others. OpenSSL. [Online]. Available: <http://www.openssl.org/>. [Accessed: June 30, 2009].
- [13] Sun Microsystems. *Java BluePrints: Model View Controller*. [online] .Available : <http://java.sun.com/blueprints/patterns/MVC-detailed.html>. [Accessed: Jan. 19, 2010].
- [14] S. Lauesen. *User Interface Design: A Software Engineering Perspective*. Pearson Education Limited, pp. 9-39, 2005.