

Computer health index: A framework for Udonthani Hospital

Poompat Wattanavinit

Udonthani Hospital, Udonthani

Abstract

The management and maintenance of computer systems in hospitals are critical factors affecting the continuity of hospital services. This study proposes a conceptual framework called the “Computer Health Index” (CHI) to support planning and forecasting for computer management within hospital information systems. The framework is based on machine learning and statistical data analysis of baseline data and computer repair records, including Principal Component Analysis (PCA), Regression, Logistic Regression, and Clustering, to construct an integrated index. The results show that CHI can effectively reflect the health and computing environment of hospitals. Statistical findings highlight the

significant importance of prioritization in system usage. This study supports data collection by IT staff, reporting and data recording by users, and policy decision-making by administrators. It can be applied to planning, procurement, replacement, maintenance, and budgeting for computer systems in the future.

Keywords: *Computer health index; Hospital information systems; Hospital computers; Integrated framework*

Received: 29 September 2025, Revised: 25 October 2025, Accepted: 30 November 2025

Correspondence: Poompat Wattanavinit, Udonthani Hospital, 33 Popniyom Road, Mueang Udon Thani District, Udon Thani 41000, Thailand, Tel.: 042 215 100, email: wpoompat@gmail.com

ดัชนีสุขภาพคอมพิวเตอร์ (CHI): กรอบแนวคิดสำหรับโรงพยาบาลอุดรธานี

ภูมิภัทร วรธนวินิจ

โรงพยาบาลอุดรธานี อุดรธานี

บทคัดย่อ

การจัดการและบำรุงรักษาระบบคอมพิวเตอร์ในโรงพยาบาลเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความต่อเนื่องของบริการโรงพยาบาล การศึกษานี้นำเสนอกรอบแนวคิด “ดัชนีสุขภาพคอมพิวเตอร์” (Computer Health Index: CHI) เพื่อใช้วางแผนและคาดการณ์การจัดการคอมพิวเตอร์ในระบบสารสนเทศโรงพยาบาล โดยอาศัยการเรียนรู้และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติจากข้อมูลพื้นฐานและข้อมูลการซ่อมคอมพิวเตอร์ ได้แก่ Principal Component Analysis (PCA), Regression, Logistic Regression และ Clustering เพื่อสร้างดัชนีแบบบูรณาการ ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า CHI สามารถสะท้อนสุขภาพและสภาพแวดล้อมด้านคอมพิวเตอร์ของโรงพยาบาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสถิติจะสะท้อนให้เห็นความสำคัญของ

การจัดลำดับความสำคัญการใช้งาน (Priority) อย่างมีนัยสำคัญ การศึกษานี้ช่วยสนับสนุนการเก็บข้อมูลของเจ้าหน้าที่เทคโนโลยีสารสนเทศ การแจ้งหรือบันทึกข้อมูลจากผู้ใช้งาน และการตัดสินใจเชิงนโยบายของผู้บริหาร เพื่อใช้ในการวางแผน จัดซื้อ-จัดจ้างทดแทนซ่อมบำรุง รวมถึงงบประมาณเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ในอนาคต

คำสำคัญ: ดัชนีสุขภาพคอมพิวเตอร์; ระบบสารสนเทศโรงพยาบาล; คอมพิวเตอร์โรงพยาบาล; กรอบแนวคิดแบบบูรณาการ

วันที่รับต้นฉบับ: 29 กันยายน 2568, วันที่แก้ไข: 25 ตุลาคม 2568, วันที่ตอบรับ: 30 พฤศจิกายน 2568

บทนำ

ในปัจจุบันกระทรวงสาธารณสุขได้ผลักดันนโยบายดิจิทัลสุขภาพ ต่อโรงพยาบาลในประเทศไทย จึงต้องมีระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อตอบสนองนโยบายให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งในงานบริการผู้ป่วย งานบริหาร และงานวิจัย การจัดการแบบไม่มีประสิทธิภาพของระบบเหล่านี้ไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อบริการสุขภาพ แต่ยังอาจกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ป่วยโดยตรง ปัจจุบันโรงพยาบาลอุดรธานีซึ่งเป็นโรงพยาบาลศูนย์ระดับ A มีจำนวน 1,143 เตียง มีจำนวนบุคลากรทั้งหมด 3,777 คน หน่วยงานทั้งหมด 214 หน่วยงาน ทำให้มีระบบไอทีที่ซับซ้อนหลากหลาย และมีความสำคัญต่อการดูแลรักษาผู้ป่วยจำนวนมาก ทรัพยากรพื้นฐาน ได้แก่ ทรัพยากรคอมพิวเตอร์ จึงเป็นทรัพยากรที่ขาดไม่ได้มากที่สุด หากเกิดปัญหาการขาดแคลนรวมทั้งการวางแผนที่ดี จะส่งผลกระทบอย่างมากให้เจ้าหน้าที่ระบบสารสนเทศมีภาระงานเพิ่มขึ้นจำนวนมาก และกลายเป็นข้อจำกัดในการดูแล จัดการ และพัฒนาระบบสุขภาพของระบบสารสนเทศให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นจึงเป็นประเด็นเร่งด่วนที่ต้องมีเครื่องมือช่วยในการประเมินและวางแผนเพื่อรับมือและต่อยอดในอนาคต

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศได้เสนอแนวทางการประเมินสุขภาพของโครงสร้างพื้นฐานด้านไอที เช่น IT Readiness Index [1] และ Predictive Maintenance Models ที่ใช้ Machine Learning ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของอุปกรณ์ [2] ในประเทศไทย แม้จะมีงานศึกษาที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศทางการแพทย์ [3]

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายในการพัฒนา “ดัชนีสุขภาพคอมพิวเตอร์” (Computer Health Index: CHI) สำหรับโรงพยาบาลอุดรธานี โดยผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลหลายมิติ ได้แก่ Correlation, Regression, Principal Component Analysis (PCA), Logistic Regression และ Clustering เพื่อสร้างกรอบแนวคิดที่สามารถสะท้อนภาพรวมสุขภาพของระบบไอที และสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบายในการลงทุน พัฒนา การซ่อมบำรุง และการบริหารจัดการความเสี่ยงด้านสารสนเทศในโรงพยาบาล

กรอบทฤษฎี

Composite Index

งานวิจัยด้านดัชนีสุขภาพและการพัฒนามนุษย์ เช่น Human Development Index (HDI) และ Health Index ของ WHO แสดงให้เห็นความสำคัญของการรวมตัวแปรหลายมิติเป็นดัชนีเดียวเพื่อใช้ในการตัดสินใจเชิงนโยบาย [6], [7] การสร้างดัชนีดังกล่าวมักใช้ทั้งวิธีการกำหนดน้ำหนักจาก

ผู้พิมพ์ประสานงาน: ภูมิภัทร วรธนวินิจ โรงพยาบาลอุดรธานี 33 ถ.เพาะนิยม ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000, โทร: 042 215 100, email: wpoompat@gmail.com

ผู้เชี่ยวชาญและการวิเคราะห์เชิงสถิติ เช่น Principal Component Analysis (PCA) [8]

IT Asset Management in Healthcare

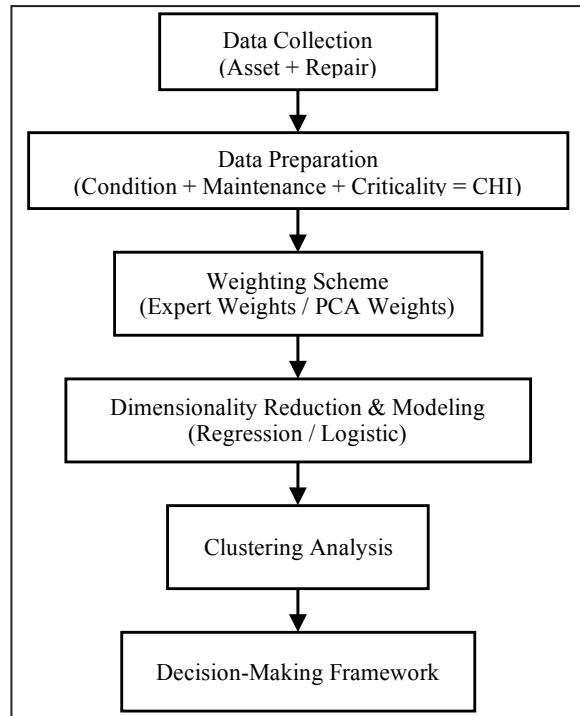
ในบริบทของโรงพยาบาล ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์สำนักงาน (Desktop) คอมพิวเตอร์ประมวลผล (Server) และอุปกรณ์เครือข่าย (Network Accessory) มีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนระบบเวชระเบียน อิเล็กทรอนิกส์และการบริการทางการแพทย์ [9] อย่างไรก็ตาม การจัดการทรัพยากรดังกล่าวยังขาดตัวชี้วัดมาตรฐาน ทำให้การจัดสรรงบประมาณเพื่อการซ่อมบำรุงหรือการเปลี่ยนทดแทนไม่สอดคล้องกับระดับความเสี่ยงที่แท้จริง [10]

Statistical & Predictive Methods

งานวิจัยด้าน Predictive Maintenance ได้ประยุกต์ใช้วิธีการทางสถิติเพื่อคาดการณ์ความเสี่ยงของอุปกรณ์ เช่น การใช้ logistic regression เพื่อตรวจสอบปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดความล้มเหลว [11] การใช้ PCA เพื่อสร้าง composite index [8] และการใช้ K-means Clustering เพื่อแบ่งกลุ่มอุปกรณ์ตามพฤติกรรมความเสี่ยง [12] อย่างไรก็ตามงานส่วนใหญ่เน้นไปที่อุตสาหกรรมการผลิตและพลังงาน มากกว่าการประยุกต์ใช้ในระบบสารสนเทศของโรงพยาบาล

Research Gap & Contribution

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่ายังไม่มีงานวิจัยที่พัฒนา Computer Health Index (CHI) สำหรับการบริหารจัดการ ทรัพยากรคอมพิวเตอร์ในโรงพยาบาลโดยตรง งานส่วนใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์การดูแลรักษา (Predictive Maintenance) และการจัดการทรัพยากร (Asset Management) มักเน้นในภาคอุตสาหกรรม เช่น การผลิตและพลังงาน [12], [13] มากกว่าการประยุกต์ใช้ในระบบดิจิทัลสุขภาพ (Digital Health) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อเติมเต็มช่องว่าง ดังกล่าว โดยนำเสนอกรอบความคิดของดัชนีสุขภาพคอมพิวเตอร์ (CHI) ที่เปรียบเทียบทั้งวิธีการกำหนดน้ำหนักผู้เชี่ยวชาญ (Expert-Defined Weights) และการตรวจสอบเชิงสถิติ (Data-Driven Validation) ผ่าน PCA, Regression, Ordinal logistic และ Clustering เพื่อสร้างเครื่องมือที่ทั้งสอดคล้องกับนโยบายเชิงปฏิบัติ และ สะท้อนข้อมูลเชิงประจักษ์ อันจะช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเชิงข้อมูล (Data-Informed Decision-Making) สำหรับการจัดการโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบสารสนเทศในโรงพยาบาลอุดรธานี (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 แผนผังการศึกษา (Conceptual Framework)

ระเบียบวิธีวิจัย

การเก็บข้อมูล (Data Collection)

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้มาจากฐานข้อมูลทรัพยากรคอมพิวเตอร์ของโรงพยาบาลอุดรธานี โดยกรอกลงเป็นเฉพาะประเภทคอมพิวเตอร์จากหลากหลายหน่วยงาน เป็นข้อมูลในช่วงปีงบประมาณ 2568 มีข้อมูลดังนี้

- **ข้อมูลคอมพิวเตอร์พื้นฐาน** ประกอบไปด้วย เลขทะเบียน (Asset), ประเภท (Asset Type), หน่วยงาน (Department), อายุเครื่อง (Age Year) และ ความสำคัญของการใช้งาน (Priority) ได้แก่ แพทย์, พยาบาล, สนับสนุนการรักษา, ธุรการ และ บริการทั่วไป

- **ข้อมูลการแจ้งซ่อม** ประกอบไปด้วยข้อมูลดังนี้ เลขทะเบียน (Asset), จำนวนซ่อมซ้ำ (Repair Count), วันที่แจ้งซ่อม, จำนวนวันดำเนินการซ่อมเสร็จ (SLA), หน่วยงานที่แจ้ง (Department) และปัญหาที่ต้องซ่อม (Problem) ซึ่งแบ่งเป็น 3 ประเภทของการซ่อมได้แก่ Hardware, Software, Network

การเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

ข้อมูลทั้งหมดถูกนำมาปรับปรุง ตรวจสอบ (Data Cleansing) โดยลบ Asset ที่มีค่าว่าง และข้อมูลที่ซ้ำซ้อน (Duplicates) ตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 314 รายการ เป็นคอมพิวเตอร์ที่มีประวัติการแจ้งซ่อมในปีงบประมาณ 2568 จึงไม่รวมคอมพิวเตอร์ที่ยังใช้งานปกติ ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดของการศึกษาครั้งนี้ในการสะท้อนภาพรวมของทรัพยากรทั้งหมด จากนั้นมีการ

ปรับมาตราส่วน (Scale) แต่หัวข้อของข้อมูล ได้แก่ Age Year, Repair Count, SLA, Priority, Problem ให้อยู่ในช่วงระดับ 1 – 5 คะแนน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลแปลงเป็นคะแนน

Age (ปี)	Repair (ครั้ง)	SLA (วัน)	Priority (อาชีพ)	Problem (ประเภท)	Status (สถานะ)	Score (คะแนน)
<= 2	0	1	แพทย์	-	ดีมาก	5
3-4	2	2	พยาบาล	-	ดี	4
5-6	4	3	ห้องตรวจ	Hardware	พอใช้	3
7-8	6	5	ธุรการ	Software	เลว	2
>=9	>=6	>=6	อื่นๆ	Network	เปลี่ยน	1

สูตรการคำนวณสถานะ (Status score) ได้รับการกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญด้านซ่อมบำรุงคอมพิวเตอร์ โดยใช้การให้น้ำหนักเชิงผู้เชี่ยวชาญ (Expert-defined Weights) ซึ่งเป็นแนวทางในการสร้าง Composite Indicators [1] จึงเป็นสูตรที่เพิ่มน้ำหนักให้ค่าสถานะ ดังนี้

$$\text{Status score} = (0.5 \times \text{Age score}) + (0.3 \times \text{Repair score}) + (0.2 \times \text{SLA score})$$

การเลือกใช้สูตรสำหรับ Condition, Maintenance และ Criticality ในการสร้าง Computer Health Index (CHI) ได้สะท้อนทั้งเชิงเทคนิคและเชิงนโยบาย โดย Asset Condition อ้างอิงการเสื่อมสภาพและการซ่อมซ้ำของครุภัณฑ์ [2] ส่วน Maintenance วัดจากข้อมูลการบำรุงรักษาและ SLA [9] ขณะที่ Criticality ใช้หลักการ Composite Index ที่ให้น้ำหนักตามความสำคัญของผู้ใช้งาน [1] เพื่อให้สามารถนำคะแนนเหล่านี้ไปคำนวณค่าดัชนี ต้องใช้สูตรคำนวณแบ่งเป็น 3 สูตร และปรับให้อยู่ในช่วง 1 – 100 คะแนน ได้แก่

1. คะแนนสภาพ (Asset Condition Score)

$$\frac{(\text{Age Score} + \text{Status Score})}{\text{total}} \times 20$$

2. คะแนนการซ่อม (Maintenance Score)

ในกรณีที่ Repair = 0 (ไม่เคยส่งซ่อม) กำหนดค่า SLA = 1 เพื่อป้องกันค่าศูนย์หาร และให้คะแนน Maintenance สูงสุด (5 คะแนน) ตามหลักการคงสภาพดีเยี่ยมของอุปกรณ์

$$\frac{(\text{Repair Score} + \text{SLA Score} + \text{Problem Score})}{\text{total}} \times 20$$

3. คะแนนความสำคัญของผู้ใช้งาน (Criticality Score)

$$\text{Priority Score} \times 20$$

น้ำหนักเชิงผู้เชี่ยวชาญ (Expert-defined Weights)

การคำนวณดัชนีสุขภาพคอมพิวเตอร์ (Computer Health Index: CHI) ในเบื้องต้นกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการซ่อมบำรุงคอมพิวเตอร์ โดยอิงตามความสำคัญเชิงนโยบายของการบริหารจัดการทรัพยากรระบบสารสนเทศ ซึ่งเห็นพ้องให้น้ำหนักแก่สภาพอุปกรณ์ (Asset Condition) เท่ากับ 40% ความสำคัญของผู้ใช้งาน (Criticality) เท่ากับ 30% และคะแนนการบำรุงรักษา (Maintenance) เท่ากับ 30% เพื่อให้สะท้อนทั้งด้านเทคนิคและด้านนโยบายร่วมกัน ดังนั้นถ้าหากอ้างอิงตามน้ำหนักเชิงผู้เชี่ยวชาญ จะได้สูตรคำนวณดัชนีสุขภาพคอมพิวเตอร์ดังนี้

$$\text{CHI}_{\text{Expert}} = (0.4 \times \text{Asset Condition Score}) + (0.3 \times \text{Maintenance Score}) + (0.3 \times \text{Criticality Score})$$

การตรวจสอบด้วยสถิติ (Data-Driven Validation)

เพื่อยืนยันและตรวจสอบสูตรที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์เชิงสถิติเพิ่มเติม คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA) เพื่อค้นหาน้ำหนักเชิงข้อมูลจริง โดยใช้สมการ [6]

$$\text{CHI}_{\text{PCA}} = \sum_j^p w_j \cdot x_j \quad (1)$$

สมการ (1) โดยที่ w คือค่าน้ำหนักขององค์ประกอบหลัก (Principal Component Weights) ที่ได้จากการวิเคราะห์ PCA ค่า x คือ Condition คือคะแนนสภาพของครุภัณฑ์, Criticality คือคะแนนความสำคัญของผู้ใช้งาน, และ Maintenance คือคะแนนการบำรุงรักษา ซึ่งสมการนี้ใช้คำนวณค่าดัชนีสุขภาพคอมพิวเตอร์ (CHI) จากข้อมูลจริงตามน้ำหนักเชิงสถิติ

ผลที่ได้ให้น้ำหนักแก่สภาพอุปกรณ์ (Asset Condition) เท่ากับ 0.468 ความสำคัญของผู้ใช้งาน (Criticality) เท่ากับ 0.456 และคะแนนการบำรุงรักษา (Maintenance) เท่ากับ 0.075 ดังนั้นจึงได้สูตรตามน้ำหนักเชิงสถิติ จะได้สมการดัชนีสุขภาพคอมพิวเตอร์ดังนี้

$$\text{CHI}_{\text{PCA}} = (0.468 \times \text{Asset Condition Score}) + (0.456 \times \text{Maintenance Score}) + (0.075 \times \text{Criticality Score})$$

เมื่อเปรียบเทียบการให้น้ำหนักระหว่าง CHIExpert และ CHIPCA พบว่า PCA ให้น้ำหนัก Maintenance ต่ำเกินจริงเนื่องจากข้อมูลซ่อมบางรายการมีความถี่ซ่อมต่ำ ทำให้การแปรผันของ Maintenance มีค่าน้อย เมื่อวิเคราะห์ด้วย PCA จึงได้ค่าน้ำหนักที่ต่ำเกินกว่าความสำคัญเชิงนโยบายจริงของ

การบำรุงรักษาในโรงพยาบาลที่มีอัตราการซ่อมมากกว่า การซื้อทดแทนในทันที จึงเลือกใช้ CHIEExpert เพื่อคงความ สมดุลระหว่างสถิติและนโยบาย หลังจากนั้นจะได้ดัชนีตัวเลข ในระดับคะแนน 1 – 100 โดยค่าดังกล่าวจะถูกจัดประเภทเป็น CHI Type ได้แก่ 'ดี' ($CHI \geq 80$), 'เฝ้าระวัง' ($CHI 50-79$), และ 'เสี่ยงสูง' ($CHI < 50$) เพื่อใช้เป็นตัวแปรตามในขั้นตอน การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกส์เชิงลำดับ (Ordinal Logistic Regression)

วิเคราะห์การถดถอย (Regression) และการถดถอย โลจิสติกส์เชิงลำดับ (Ordinal Logistic Regression)

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Regression Analysis) [9] เพื่อตรวจสอบอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่ใช้สร้าง CHIEExpert โดยใช้สมการ

$$CHI = \beta_0 + \beta_1 \times Age\ Year + \beta_2 \times Asset\ Condition\ Score + \beta_3 \times Maintenance\ Score + \beta_4 \times Criticality\ Score + \varepsilon \quad (2)$$

สมการ (2) โดยที่ CHI คือค่าดัชนีสุขภาพคอมพิวเตอร์ β_0 คือค่าคงที่, $\beta_1-\beta_3$ คือค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ ตัวแปรอิสระ ได้แก่ Condition, Criticality, และ Maintenance ส่วน ε คือค่าคลาดเคลื่อนของสมการ สมการนี้ใช้วิเคราะห์ อิทธิพลของแต่ละปัจจัยต่อค่า CHI

การถดถอยโลจิสติกส์เชิงลำดับ (Ordinal Logistic Regression) [12] [13] โดยใช้ CHI Type (ดี, เฝ้าระวัง, เสี่ยงสูง) เป็นตัวแปรตาม เพื่อทดสอบความสามารถของ ตัวแปรย่อยในการทำนายระดับความเสี่ยงของครุภัณฑ์

$$\ln \left(\frac{P(CHI_{type} > j)}{P(CHI_{type} \leq j)} \right) =$$

$$\theta_j - (\beta_1 \times AgeYear + \beta_2 \times AssetCondition + \beta_3 \times Maintenance + \beta_4 \times Criticality) \quad (3)$$

สมการ (3) ค่า $P(Y \leq j)$ คือความน่าจะเป็นที่ CHI จะอยู่ในระดับ j หรือต่ำกว่า, α_j คือค่าคงที่ของแต่ละระดับ $\beta_1-\beta_3$ คือสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ ได้แก่ Condition, Criticality และ Maintenance สมการนี้ใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรกับโอกาสการจัดอยู่ในระดับ CHI ต่าง ๆ

การจัดกลุ่ม Cohort (Clustering Analysis)

การวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (Clustering Analysis) ใช้วิธี K-means clustering โดยกำหนดจำนวนกลุ่มเท่ากับ 3 เพื่อจำแนกครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ออกเป็น cohort การเลือก จำนวนกลุ่ม ($K = 3$) สอดคล้องกับระดับของ CHIEExpert ได้แก่ ดี, เฝ้าระวัง, และเสี่ยงสูง เพื่อให้ผลการจัดกลุ่มสามารถ

สะท้อนระดับสุขภาพของครุภัณฑ์ตามเกณฑ์เดียวกันกับดัชนี CHI ตามคุณลักษณะด้านอายุการใช้งาน (Age Year) สภาพ อุปกรณ์ (Asset Condition) ความสำคัญของผู้ใช้งาน (Criticality) และคะแนนการบำรุงรักษา (Maintenance) การคำนวณอาศัย หลักการทำให้ผลรวมของระยะทางกำลังสองภายในกลุ่ม (within-cluster sum of squares) มีค่าน้อยที่สุดตามสูตร^{[10][11]}

$$\min_c \sum_{i=1}^k \sum_{x \in C_i} \|x - \mu_i\|^2 \quad (4)$$

สมการ (4) โดยที่ k คือจำนวนกลุ่ม (clusters) x คือ ข้อมูลแต่ละรายการ C_i คือกลุ่มที่ i และ μ_i คือจุดศูนย์กลาง ของกลุ่ม (centroid) สมการนี้ใช้หาค่าที่ทำให้ระยะทางกำลังสอง ภายในกลุ่ม (within-cluster sum of squares) มีค่าน้อยที่สุด เพื่อจัดกลุ่มข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายกัน

การประมวลผลทางสถิติและการวิเคราะห์เชิงข้อมูลทั้งหมด ดำเนินการด้วยโปรแกรม R (version 4.3.2) โดยใช้แพ็คเกจ หลัก Rcmdr สำหรับการจัดการข้อมูลและการคำนวณทางสถิติ ทั้งการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA), การถดถอยเชิงเส้น (Regression), การถดถอยโลจิสติกส์เชิงลำดับ (Ordinal Logistic Regression) และการจัดกลุ่มด้วย K-means Clustering ซึ่งช่วยให้สามารถตรวจสอบสมการและกราฟเชิง สถิติได้อย่างมีประสิทธิภาพและโปร่งใสต่อการตรวจสอบซ้ำ

ผลการศึกษา

การวิเคราะห์เชิงพรรณนาและการเปรียบเทียบระหว่าง หน่วยงาน

การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Exploratory Data Analysis) โดยการใช้ค่า CHI เป็นตัวแปรต้น และหน่วยงาน (Department) เป็นตัวแปรตาม

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์เชิงพรรณนาของคะแนนพื้นฐาน ของ CHI

Score	mean	S.D. mean	n
Age	1.828025	1.0122467	314
Priority	2.442675	1.3535755	
Problem	2.66879	0.7316534	
Repair	4.308917	1.6834422S	
SLA	3.942675	0.9999491	
Status	2.995223	0.6055727	

จากตารางที่ 2 พบว่า อายุเฉลี่ยอยู่ที่ 1.83 คะแนน ความ สำคัญอยู่ที่ 2.45 คะแนน ปัญหาเฉลี่ยที่ 2.67 คะแนน การ ซ่อมซ้ำ 4.3 คะแนน ระยะเวลาการซ่อมที่ 3.94 คะแนน และ สถานะอยู่ที่ 2.99 คะแนน สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ที่ถูกนำมา

ซ่อมมัน ส่วนมากมีอายุมากกว่า 8 ปี ใช้งานโดยพยาบาลและ
ห้องตรวจจะใช้งานอย่างหนัก ปัญหาที่เกิดขึ้นจะไปทาง Hardware
การซ่อมจะถูกซ่อมซ้ำ 2 ครั้ง การซ่อมมันอาจล่าช้าเพราะชน
กับวันหยุด สรุปรวมค่าสถานะอยู่ที่ พอใช้เบี่ยงไปทางเสี่ยงต้อง
ซ่อมซ้ำหรือเปลี่ยนเครื่อง

การเปรียบเทียบน้ำหนักเชิง Expert และน้ำหนักจาก PCA
สูตรที่ผู้เชี่ยวชาญกำหนดคือ 0.40 สำหรับสภาพอุปกรณ์
(Condition), 0.30 สำหรับความสำคัญของผู้ใช้งาน (Criticality),
และ 0.30 สำหรับการบำรุงรักษา (Maintenance)

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบน้ำหนัก (Weight Scheme)

Number	CHI Weight	Expert	PCA	Notice
1	Asset Condition	0.4	0.468	PCA ให้ น้ำหนักสูงขึ้น
2	Criticality	0.3	0.456	PCA ให้ น้ำหนักสูงขึ้น
3	Maintenance	0.3	0.075	PCA ให้ น้ำหนักต่ำลง

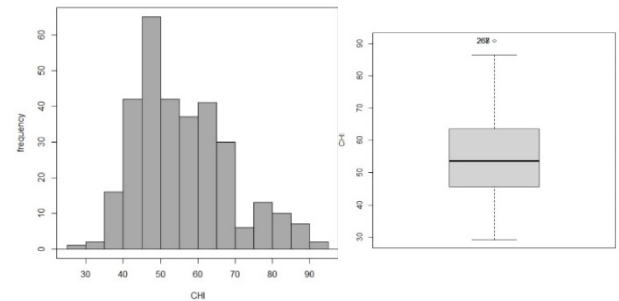
a. Expert คือ น้ำหนักจากผู้เชี่ยวชาญ

b. PCA คือ น้ำหนักที่วัดจากสถิติ

ขณะที่ผลจากตารางที่ 3 สะท้อนให้เห็นว่า น้ำหนักของ
PCA ที่เหมาะสมตามข้อมูลเชิงสถิติคือ 0.468, 0.456 และ
0.075 ตามลำดับ แปลว่าสภาพอุปกรณ์และความสำคัญของ
ผู้ใช้งานมีอิทธิพลมากกว่าการบำรุงรักษา ซึ่งต่างจากมุมมอง
เชิงนโยบายที่ให้น้ำหนักบำรุงรักษาเท่ากับความสำคัญ
สรุป PCA Weight ไม่เหมาะแก่การนำไปใช้เป็นโมเดล เพราะ
จะลดความสำคัญในการซ่อมไปอย่างมาก ซึ่งไม่สอดคล้องกับ
นโยบายการดูแลรักษาทรัพยากร จึงใช้น้ำหนักว่า ดัชนีสุขภาพ
คอมพิวเตอร์ ควรให้เป็น CHIEXPERT

การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Exploratory Data Analysis)
โดยใช้ค่า CHI กับหน่วยงาน

การวิเคราะห์เชิงพรรณนาโดยใช้ค่า CHI เป็นตัวแปรต้น
และหน่วยงาน (Department) เป็นตัวแปรตาม โดยจะแสดง
ให้เป็นกราฟแท่ง (Bar Chart) และกราฟกล่อง (Box Plot)
(รูปที่ 2)



รูปที่ 2 กราฟแท่งและกราฟกล่อง (Bar chart and Box Plot) ค่า CHI และ หน่วยงาน

จากกราฟพบว่า ค่า CHI มีค่าเฉลี่ยอยู่ใน “ระดับเฝ้าระวัง”
โดยมีการกระจายตัวที่แตกต่างกันตามหน่วยงาน (Department)
โดยการได้ผลลัพธ์จาก Bar Chart และ Box Plot โดย Mean
= 55.7 และค่า SD อยู่ช่วง 48 – 63 ประมาณ 12.48
ทั้งสองกราฟผลออกมาใกล้เคียงกัน

ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Regression Analysis)

ใช้ตรวจสอบและยืนยันความมั่นใจค่า CHI ที่คำนวณได้
สอดคล้องกับสูตรเชิงผู้เชี่ยวชาญ โดย Asset Condition Score,
Maintenance Score และ Criticality Score มีอิทธิพลเชิงบวก
ต่อค่า CHI ในขณะที่อายุการใช้งานเพียงอย่างเดียวไม่มี
อิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 การถดถอย (Regression Analysis)

ตัวแปร (Predictor)	Estimate (B)	Std. Error	t-value	p-value
(Intercept)	0.00011	0.00005	2.09	0.037 *
Age Years	0.0015	0.0023	0.64	0.52
Asset Condition	0.4000	0.0006	7.04e+14	<0.001 ***
Criticality	0.3000	0.0002	1.25e+15	<0.001 ***
Maintenance	0.3000	0.0007	4.57e+14	<0.001 ***

สรุปได้ว่า CHI ขึ้นอยู่กับ Asset Condition, Criticality
และ Maintenance อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจริง แต่อายุการ
ใช้งานเพียงอย่างเดียวไม่ใช่ปัจจัยสำคัญ

ผลการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์เชิงลำดับ (Ordinal Logistic Regression)

โดยใช้ CHI Type (ดี, เฝ้าระวัง, เสี่ยงสูง) เป็นตัวแปร
ตาม พบว่า Criticality เป็นปัจจัยเดียวที่มีอิทธิพลต่อการจัด
อยู่ในกลุ่มเสี่ยงสูงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) ขณะที่อายุ
การใช้งาน Asset Condition และ Maintenance ไม่มีนัย
สำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ตารางการถดถอยโลจิสติกส์เชิงลำดับ
(Ordinal Logistic Regression)

ตัวแปร (Predictor)	Estimate (β)	Std. Error	t-value	p-value	สรุปผล
Age Year	0.0818	0.0445	1.84	0.067	ไม่ชัดเจน
Asset Condition	0.0108	0.0128	0.84	0.400	ไม่ชัดเจน
Maintenance	-0.0154	0.0142	-1.09	0.280	ไม่ชัดเจน
Criticality	-0.0351	0.0058	-6.01	<0.001	มีนัยสำคัญ

ผลการวิเคราะห์พบว่า Criticality มีผลต่อ CHI อย่างมีนัยสำคัญ โดยครุภัณฑ์ที่มีความสำคัญสูง มีแนวโน้มถูกจัดอยู่ในกลุ่ม “เสี่ยงสูง” มากกว่า ส่วนตัวแปรอื่น เช่น Asset Condition และ Maintenance ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ แต่อายุการใช้งานแสดงทิศทางที่ใกล้เคียงกับนัยสำคัญ ($p \approx 0.066$)

การวิเคราะห์การจัดกลุ่ม Cohort

ผลการวิเคราะห์ K-means clustering ($k=3$) จำแนกครุภัณฑ์ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

Cluster 1 : อุปกรณ์ทั้งหมด 101 รายการ เป็นสภาพปานกลาง ที่มีความสำคัญในการใช้งานอยู่ในระดับ ปานกลางถึงสูง

Cluster 2: อุปกรณ์ทั้งหมด 176 รายการ เป็นสภาพที่เก่า ไม่ดี และมีความสำคัญอยู่ระดับต่ำ

Cluster 3: อุปกรณ์ทั้งหมด 37 รายการ สภาพใหม่ ดี และมีความสำคัญในการใช้งานอยู่ในระดับสูง

ตารางที่ 6 ตารางการจัดกลุ่ม Cohort (K-means clustering ($k=3$))

Cluster	ขนาด (n)	อายุเฉลี่ย (ปี)	Condition	Criticality	Maintenance
1	101	8.1	47.2 (ปานกลาง)	69.7 (ปานกลาง - สูง)	71.4
2	176	10.1	43.4 (ปานกลาง)	27.5 (ต่ำ)	73.1
3	37	3.9	74.3 (ดี)	93.5 (สูง)	75.1

จากตารางที่ 6 พบว่า Cluster 1 เป็นกลุ่มครุภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งานค่อนข้างนาน สภาพโดยรวมปานกลาง แต่มีความสำคัญต่อการใช้งานในระดับสูง จำเป็นต้องมีแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) อย่างต่อเนื่อง ต่อมา Cluster 2 เป็นกลุ่มที่มีอายุการใช้งานมากที่สุด สภาพ

โดยรวมปานกลาง แต่มีความสำคัญต่อการใช้งานไม่สูงนัก แม้จะได้รับการบำรุงรักษาอยู่บ้าง แต่อาจไม่ใช่กลุ่มที่ควรลงทุนทรัพยากรเพิ่มเติมเพื่อซ่อมมากนัก เหมาะสำหรับการทดแทน (Replacement) ในอนาคต และ Cluster 3 เป็นกลุ่มครุภัณฑ์ที่ใหม่ที่สุด มีสภาพดี และมีความสำคัญสูงมากต่อระบบงาน ควรได้รับการดูแลและบำรุงรักษาอย่างใกล้ชิดเพื่อคงประสิทธิภาพการใช้งานให้นานที่สุด

ภาพ Biplot แสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่าง Cluster ชัดเจน โดยมี Age Years และ Maintenance เป็นตัวแปรที่หลักให้เกิดความแตกต่างด้านหนึ่ง (ครุภัณฑ์เก่า-ใหม่) และ Criticality + Condition ผลอีกด้านหนึ่ง (ความสำคัญและสภาพใช้งาน) ผลลัพธ์ยืนยันว่า การใช้ K-means ร่วมกับ PCA สามารถช่วยแยกกลุ่มครุภัณฑ์ได้อย่างมีนัยสำคัญใช้กำหนดกลยุทธ์จัดการ (Protect–Maintain–Replace) ได้ตรงจุด

สรุปและวิจารณ์ผล

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอกรอบแนวคิด “ดัชนีสุขภาพคอมพิวเตอร์” (Computer Health Index: CHI) สำหรับโรงพยาบาลอุดรธานี โดยผสานการวิเคราะห์เชิงสถิติและการเรียนรู้ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ให้สามารถนำไปเป็นทางเลือกประกอบการตัดสินใจได้ในอนาคต โดยมีหลักการดังนี้

แนวคิดการชั่งน้ำหนักของดัชนีสุขภาพ (Weighting Scheme) ในการศึกษาได้เปรียบเทียบระหว่างน้ำหนักเชิงผู้เชี่ยวชาญ (Expert Weight) และ น้ำหนักจากข้อมูลเชิงสถิติ (PCA Weight) ผลปรากฏว่า PCA weight ให้ความสำคัญกับการ Maintenance น้อยมาก จึงทำให้ไม่สอดคล้องต่อนโยบายการบำรุงรักษาคอมพิวเตอร์ และอาจส่งผลให้งบประมาณบานปลาย หากเลือกที่จะซื้อทดแทน เพราะฉะนั้น การศึกษาครั้งนี้ จึงเลือกใช้ CHIexpert ในการวิเคราะห์ข้อมูลการเลือกใช้สมการวิเคราะห์การถดถอย (Regression) เพื่อทบทวนและเน้นย้ำว่า ค่า CHI จะเปลี่ยนแปลง เมื่อ Asset Condition, Maintenance และ Criticality มีการเปลี่ยนแปลงเช่นกัน ในขณะที่การวิเคราะห์ การถดถอยโลจิสติกส์เชิงลำดับ (Ordinal Logistic Regression) นั้นได้บ่งชี้ว่า ความสำคัญของการใช้งาน (Criticality) มีผลกับค่า CHI มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ค่า Asset Condition, Maintenance และ อายุการใช้งาน ไม่ค่อยมีผลโดยตรง

การจัดกลุ่มเชิงสถิติ (Clustering Analysis) โดยใช้ข้อมูลการซ่อมและการจัดกลุ่มด้วย K-means โดยใช้ข้อมูลจากอายุการใช้งาน สถานะของเครื่อง ความสำคัญของการใช้งาน และความจำเป็นในการบำรุงรักษา ทำให้เห็นการจำแนกกลุ่มอย่างชัดเจนมากที่สุด ผลออกมาจึงแสดงให้เห็นการจำแนกกลุ่มอย่างชัดเจนที่สุด ได้แก่

Cluster 1 ควรจัดแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

Cluster 2 ควรพิจารณาทดแทนในอนาคต

Cluster 3 ควรรักษาคุณภาพ

ในการศึกษากรอบความคิดครั้งนี้ได้บ่งชี้ว่า การจัดลำดับความสำคัญของการใช้งาน (Criticality) มีความสำคัญอย่างมากต่อค่า CHI โดยเริ่มจาก การให้ค่าน้ำหนัก Expert และ PCA ยังคงให้ Criticality มีน้ำหนักที่สูงเทียบเท่ากับ Asset Condition ต่อมาการวิเคราะห์ Ordinary Logistic Regression ก็ให้ค่า Criticality สูงอย่างมีนัยสำคัญ และในการจัดกลุ่ม Cluster ก็จะได้ชัดในความแตกต่างของการจัดกลุ่มในค่า Criticality เช่นกัน

แนวทางในการศึกษาในอนาคตมีดังต่อไปนี้ เจ้าหน้าที่เทคโนโลยีสารสนเทศ (IT Staff)

ควรจบรวมรวมข้อมูลทะเบียนครุภัณฑ์และข้อมูลส่งซ่อมให้เป็นฐานข้อมูลเดียวกัน โดยใช้ทะเบียนครุภัณฑ์เป็น Primary Key และเมื่อส่งซ่อมให้มีการค้นหาเลขครุภัณฑ์เพื่อตรวจสอบและส่งซ่อม เพื่อลดความเสี่ยงในการกรอกข้อมูลทะเบียนผิดพลาดตั้งแต่เริ่มต้น และสามารถนำข้อมูลไปใช้งานต่อเพื่อลดภาระการทำ Data Cleansing ไปด้วย ในอนาคตเมื่อข้อมูลพร้อมใช้งาน จะสามารถแสดงข้อมูลแบบ Real-Time

เจ้าหน้าที่ทั่วไป (User)

การมีแผนซ่อมด้วยการวิเคราะห์ค่า CHI ทำให้คาดหวังว่าการศึกษารอบแนวคิดนี้ จะแสดงให้เห็นถึงความตระหนักถึงข้อมูลเมื่อกำลังส่งซ่อม และความสำคัญในใช้โปรแกรมส่งซ่อมมากขึ้น เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนในปีงบประมาณต่อไป และได้รับรู้ว่าคอมพิวเตอร์ของหน่วยงานจะต้อง บำรุงรักษา หรือ หาเครื่องทดแทนใหม่ ทำให้ประหยัดเวลาและมีหลักฐานในการจัดหาครุภัณฑ์ต่อไป

ผู้บริหาร (Executive)

การศึกษารอบความคิดของ CHI สามารถนำไปทำกระดานสถิติ (Visualization Dashboard) ในทางด้านของข้อมูลพื้นฐาน หรือ การซ่อมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ การมีสถิติที่เห็น เข้าใจได้ง่าย จะสามารถถ่ายทอดถึงหน่วยงานที่มีปัญหาเรื่อง ให้มีการเตรียมความพร้อมเพื่อรับซ่อมหรือทดแทนได้

ในท้ายที่สุด การจัดลำดับความสำคัญโดยการใช้ดัชนีสุขภาพคอมพิวเตอร์ (CHI) ในกรอบความคิดของโรงพยาบาลจะเป็นตัวกำหนดทิศทางของการวางแผนงบประมาณจัดซื้อ-จัดจ้าง การพยากรณ์การซ่อมบำรุงล่วงหน้าและทดแทนของที่เสื่อมสภาพ การจัดลำดับความสำคัญจะช่วยปิดช่องว่างเวลาการซ่อม และวางแผนการตรวจเช็ค รอบซ่อม ตามหน่วยงานต่างๆ เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องด้านบริการของระบบสารสนเทศ โรงพยาบาลอุดรธานีในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

References

- [1] OECD, Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. OECD Publishing, 2008.
- [2] A. Jardine, D. Lin, and D. Banjevic, "A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance," *Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 20, no. 7, pp. 1483–1510, 2006.
- [3] จิราภรณ์ รัตนศรี, "การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางการแพทย์ในโรงพยาบาลระดับจังหวัด," *วารสารวิจัยระบบสาธารณสุข*, ปีที่ 15, ฉบับที่ 2, หน้า 101–112, 2565.
- [4] สมชาย บุญมี, "การจัดการความเสี่ยงระบบไอทีในโรงพยาบาลชุมชน," *การประชุมวิชาการสารสนเทศสุขภาพแห่งชาติ*, 2564.
- [5] World Health Organization, *World Health Statistics 2023*. Geneva: WHO, 2023.
- [6] I. T. Jolliffe and J. Cadima, "Principal component analysis: a review and recent developments," *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, vol. 374, no. 2065, 2016.
- [7] A. Kushniruk and V. Borycki, "Health information systems: challenges to evidence-based evaluation," *Healthcare Quarterly*, vol. 9, no. 4, pp. 48–52, 2006.
- [8] A. De Marco, "IT asset management: a structured approach," *International Journal of IT/Business Alignment and Governance*, vol. 1, no. 1, pp. 1–17, 2010.
- [9] D. C. Montgomery, E. A. Peck, and G. G. Vining, *Introduction to Linear Regression Analysis*, 6th ed., Wiley, 2021.
- [10] J. MacQueen, "Some methods for classification and analysis of multivariate observations," in *Proceedings of the 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, 1967.
- [11] T. Kanungo, D. M. Mount, N. S. Netanyahu, C. D. Piatko, R. Silverman, and A. Y. Wu, "An efficient k-means clustering algorithm: Analysis and implementation," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 24, no. 7, pp. 881–892, 2002.
- [12] P. McCullagh, "Regression models for ordinal data," *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, vol. 42, no. 2, pp. 109–142, 1980.
- [13] N. J. Horton, "Proportional odds models for ordinal response variables," *Encyclopedia of Biostatistics*, Wiley, 2005.