ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์การแพร่ระบาดของไวรัสคอมพิวเตอร์ที่มีผลจากการปรับปรุงตัวต้านไวรัส

Mathematical Model of Computer Virus Transmission with Effect of Update Antivirus

สุภาภรณ์ ลวณะสกล[1], สุรพล เนาวรัตน์[2] และจิตติมา ศีลประชาวงศ์[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและวิเคราะห์เสถียรภาพตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของการแพร่ระบาดของไวรัสคอมพิวเตอร์ที่มีผลจากการปรับปรุงตัวต้านไวรัส วิเคราะห์ตัวแบบคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีมาตรฐาน ศึกษาจุดสมดุลและเสถียรภาพของจุดสมดุล หาคำตอบเชิงวิเคราะห์และหาคำตอบเชิงตัวเลขของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของการแพร่ระบาดของไวรัสคอมพิวเตอร์ เขียนในรูประบบสมการเชิงอนุพันธ์ไม่เชิงเส้นประกอบด้วย 4 สมการ โดยแบ่งประชากรคอมพิวเตอร์ออกเป็น 4 กลุ่ม คือกลุ่มที่เสี่ยงต่อการติดไวรัส กลุ่มที่มีตัวต้านไวรัส กลุ่มที่ติดไวรัส และกลุ่มที่มีภูมิคุ้มกันไวรัส การการวิเคราะห์ตัวแบบคณิตศาสตร์พบจุดสมดุล 2 จุด คือ จุดสมดุลที่ไม่มีโรค มีค่าระดับการติดไวรัส ($\mathfrak{R}_0$) เท่ากับ 0.996 และจุดสมดุลที่มีการระบาดของไวรัส จะมีค่าระดับการติดไวรัสเท่ากับ 1.063 และ 1.025 เมื่ออัตราการดูแลการปรับปรุงตัวต้านไวรัส (p) เท่ากับ 0.05 ครั้ง/วัน และ0.70 ครั้ง/วัน ตามลำดับ โดยจุดสมดุลที่ไม่มีโรคและจุดสมดุลที่มีการระบาดของไวรัสจะเป็น Local asymptotically stable

คำสำคัญ: ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ไวรัสคอมพิวเตอร์ ค่าระดับการติดไวรัส จุดสมดุล การวิเคราะห์เสถียรภาพ

[1] สำนักบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี 84100 ประเทศไทย

[2], [3] สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี 84100 ประเทศไทย

Abstrract

The objectives of this study were to develop and analyze the stability of the mathematical model of computer virus transmission with effect of update antivirus. Standard method is used to analyze the model. To determine the equilibrium points and stability of the equilibrium points. Analytic solutions and numerical solutions are found.

The research results found that a mathematical model for the transmission of computer virus with effect of update antivirus consisting of a system of four nonlinear differential equations. The computer population is divided to in four compartments, Susceptible one, Antidotal one, Infectious one and Recovered one. The analysis of mathematical method found 2 equilibrium points. Which were the diseases for equilibrium with basic reproductive number $\Re_0$ = 0.996 and disease endemic equilibrium of the update antivirus equilibrium point the update antivirus rate equal to 0.05 time/day and 0.70 time/day, we obtain basic reproductive number $\Re_0$ = 1.063 and 1.025, respectively.

Keywords: Mathematical model, computer virus, basis reproduction number, equilibrium, stability analysis

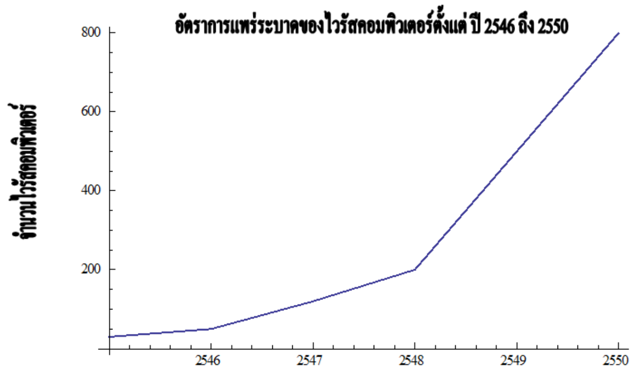
บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันมากขึ้น หนึ่งในเทคโนโลยีนั้นคือ คอมพิวเตอร์ นับเป็นเทคโนโลยีที่แพร่หลาย ทำให้มนุษย์สามารถสื่อสารกันอย่างไร้พรมแดน อินเทอร์เน็ตเสมือนเป็นสื่อกลางในการติดต่อสื่อสาร ในความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เป็นองค์ประกอบหนึ่งในการแพร่ของไวรัสคอมพิวเตอร์ ซึ่งไวรัสคอมพิวเตอร์เป็นปัญหาหนึ่งที่ทำความเสียหายให้กับข้อมูล เครื่องคอมพิวเตอร์ และระบบเครือข่ายของผู้ใช้งาน (กรมส่งเสริมสุขภาพสิ่งแวดล้อม, 2554)

ไวรัสคอมพิวเตอร์ บางครั้งเรียกสั้นๆ ว่า ไวรัส มีพฤติกรรมคล้ายกับไวรัสของเชื้อโรคทั่วๆ ไป ซึ่งมีความสามารถในการสำเนาตัวเอง เพื่อเข้าไปติดอยู่ในระบบคอมพิวเตอร์ ทั้งยังสามารถแทรกเข้าไปแพร่กระจายในระบบคอมพิวเตอร์อื่นๆ โดยทั่วไปไวรัสคอมพิวเตอร์จะไม่ส่งผลก่อให้เกิดความเสียหายต่อฮาร์ดแวร์โดยตรง แต่จะทำความเสียหายต่อซอฟต์แวร์ เช่น การทำลายข้อมูล แต่ก็ยังมีไวรัสคอมพิวเตอร์อีกหลายชนิดที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายใดๆ เพียงแต่ก่อให้เกิดความ

รำคาญแก่ผู้ใช้งานเท่านั้น วิธีการป้องกันไวรัสคอมพิวเตอร์ ก็ยังมีความคล้ายคลึงกับการป้องกันรักษาโรคทั่วๆไป โดยการฉีดวัคซีนเพื่อเพิ่มภูมิคุ้มกัน คือการลงโปรแกรมติดตั้งตัวต้านไวรัส ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์นั่นเอง แต่การลงโปรแกรมติดตั้งตัวต้านไวรัสเป็นเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้นที่ช่วยให้ปลอดภัยจากไวรัสคอมพิวเตอร์ ดังนั้นหลักการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรมตัวต้านไวรัสเพื่อให้เครื่องปลอดภัย ยังต้องคำนึงถึงผู้ใช้ (สำนักบริการเทคโนโลยีสารสนเทศภาครัฐ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2554)

ไวรัสคอมพิวเตอร์ ได้สร้างขึ้นในปี พ.ศ. 2505 โดยทีมวิศวกรของ *Bell Telephone Laboratories* ถือเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตัวแรกที่มีรูปแบบของไวรัส โดยฝังตัวอยู่ในหน่วยความจำ โปรแกรม Darwin มีความสามารถที่จะศึกษาสภาพแวดล้อมของมัน ทำสำเนาและทำลายตัวเองได้ จุดประสงค์หลักของเกมนี้ก็คือลบโปรแกรมทั้งหมดที่คู่แข่งเขียนและครอบครอง สนามรบ จนกระทั่งถึง ปี พ.ศ. 2552 ไวรัสคอมพิวเตอร์มีการแพร่กระจายทั่วโลกเพิ่มมากขึ้น จากสถิติทั่วโลกพบว่าในปี พ.ศ. 2551 ที่ผ่านมาทุก 1 วินาทีมีการพบไวรัส 2.2 ตัว และในปัจจุบันนี้พบว่า 1 วินาทีมีการพบไวรัสเพิ่มเป็น 7.7 ตัว แสดงให้เห็นการแพร่กระจายเพิ่มมากขึ้นหลายเท่าตัว (ASTV ผู้จัดการ, 2552)



ภาพที่ 1 อัตราการแพร่ระบาดของไวรัสคอมพิวเตอร์ในประเทศไทยตั้งแต่ปี 2546 ถึง 2550

ที่มา : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ; NSTOA. 2546.

ข้อมูลข้างต้น เราควรป้องกันและเตรียมพร้อมรับมือกับไวรัสคอมพิวเตอร์ ดังนั้นเราจึงต้องรู้ถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดการแพร่ระบาดไว้ล่วงหน้า เพื่อการทำนาย เพื่อแก้ปัญหาไม่ให้เกิดขึ้นหรือเกิดขึ้นน้อยลง ซึ่งจะใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จำลองปัญหาที่จะศึกษาจากตัวแบบที่สร้างขึ้น แล้วนำผลที่ได้จากการการศึกษาตัวแบบนั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือช่วยในการตัดสินใจ

วัตถุประสงค์

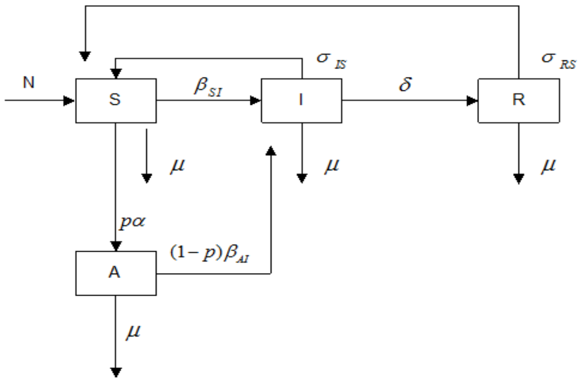
1. เพื่อพัฒนาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์การแพร่ระบาดของไวรัสคอมพิวเตอร์ที่มีผลจากการปรับปรุงตัวต้านไวรัส
2. เพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์การแพร่ระบาดของไวรัสคอมพิวเตอร์ที่มีผลจากการปรับปรุงตัวต้านไวรัส

แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิด

ผู้วิจัยได้ศึกษาตัวแบบคณิตศาสตร์พื้นฐาน SEIR (Susceptible - Exposed - Infectious - Recovered) ซึ่งได้แบ่งคอมพิวเตอร์ออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่เสี่ยงต่อการติดไวรัส กลุ่มที่ได้รับไวรัส กลุ่มที่ติดไวรัส และกลุ่มที่หายจากการติดไวรัสโดยตัวต้านไวรัส ตัวแบบคณิตศาสตร์นี้เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ใช้ในการศึกษาการระบาดของไวรัส ดังเช่น Kongnuy, R. et al (2011: 1929-1938) ศึกษาวิจัยตัวแบบการแพร่กระจายไวรัสในคอมพิวเตอร์ใหม่ เพื่อการควบคุมที่เหมาะสม แสดงให้เห็นว่า การควบคุมที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการแพร่กระจายไวรัสคอมพิวเตอร์ที่ติดไวรัส Piqueira, J. et al (2005: 31-43) ศึกษาวิจัยตัวแบบพื้นฐานที่ใช้ศึกษาตัวแบบการระบาดเพื่อประยุกต์ใช้กับไวรัสในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ แสดงให้เห็นว่าอัตราการติดไวรัสที่ระดับสูงสุดของคอมพิวเตอร์ที่ถูกติดตั้งด้วยตัวต้านไวรัส เพื่อหลีกเลี่ยงการแพร่เชื้อของการติดไวรัสใหม่ที่ได้รับ

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้พัฒนาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ Piqueira, J. et al (2005) ได้ศึกษาตัวแบบพื้นฐานที่ใช้ศึกษาตัวแบบการระบาดเพื่อประยุกต์ใช้กับไวรัสในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้ศึกษาเรื่อง การแพร่ระบาดของไวรัสคอมพิวเตอร์ โดยการเพิ่มพารามิเตอร์ที่เป็นตัวต้านไวรัสไปในสมการของ Piqueira, J. et al (2005) จะได้ตัวแบบคณิตศาสตร์ แบบ SAIR ที่มีตัวแบบเป็นระบบสมการเชิงอนุพันธ์ไม่เชิงเส้น โดยจะอธิบายแผนภาพแนวคิดในการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์แสดงดังแผนภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนภาพแสดงแนวคิดในการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์

เมื่อ N แทนจำนวนคอมพิวเตอร์ทั้งหมด S, A, I, R แทนจำนวนคอมพิวเตอร์ที่เสี่ยงต่อการติดไวรัส จำนวนคอมพิวเตอร์ที่ไม่ติดไวรัสและมีการติดตั้งตัวต้านไวรัส จำนวนคอมพิวเตอร์ที่ติดไวรัสและจำนวนคอมพิวเตอร์ที่เคยติดไวรัสแล้วหายจากการติดไวรัสโดยตัวต้านไวรัสตามลำดับ μ แทนอัตราการใช้งานไม่ได้ของคอมพิวเตอร์ $\mu S, \mu A, \mu I, \mu R$ แทนจำนวนคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานไม่ได้ที่เสี่ยงต่อการติดไวรัส จำนวนคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานไม่ได้ที่ไม่ติดไวรัสและมีการติดตั้งตัวต้านไวรัส จำนวนคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานไม่ได้ที่ติดไวรัส และจำนวนคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานไม่ได้ที่หายจากการติดไวรัส ตามลำดับ β_{SI} แทนอัตราการติดไวรัสของจำนวนคอมพิวเตอร์ที่เสี่ยงต่อการติดไวรัสกับคอมพิวเตอร์ที่มีไวรัส β_{AI} แทนอัตราการติดไวรัสของคอมพิวเตอร์ที่มีการติดตั้งตัวต้านไวรัสกับคอมพิวเตอร์ที่มีไวรัส σ_{IS} แทนอัตราของคอมพิวเตอร์ที่ติดไวรัสมีโอกาสกลับไปเป็นคอมพิวเตอร์ที่เสี่ยงต่อการติดไวรัส σ_{RS} แทนอัตราของคอมพิวเตอร์ที่หายจากการติดไวรัสโดยตัวต้านไวรัสมีโอกาสกลับไปเป็นคอมพิวเตอร์ที่เสี่ยงต่อการติดไวรัส α แทนอัตราของคอมพิวเตอร์ที่เสี่ยงต่อการติดไวรัสโดยมีการติดตั้งตัวต้านไวรัส ρ แทนอัตราการดูแลการปรับปรุงตัวต้านไวรัส $1-\rho$ แทนอัตราการไม่มีการปรับปรุงตัวต้านไวรัส δ แทนอัตราของจำนวนคอมพิวเตอร์ที่ติดไวรัสไปสู่การหายจากการติดไวรัสโดยตัวต้านไวรัส

ผลการวิจัย

ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของการแพร่ระบาดของไวรัสคอมพิวเตอร์เป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์แบบ SAIR จากระบบสมการ กำหนดให้ N และ μ เป็นค่าคงที่ เนื่องจากจะไม่มีการนำคอมพิวเตอร์ใหม่เข้ามาพิจารณาในระบบและไม่มีการคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานไม่ได้ออกจากระบบจะได้

$$\frac{dS}{dt} = -p\alpha SA - \beta_{SI}SI + \sigma_{IS}I + \sigma_{RS}R \qquad (1)$$

$$\frac{dA}{dt} = p\alpha SA - (1-p)\beta_{AI}AI \qquad (2)$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta_{SI}SI + (1-p)\beta_{AI}AI - \delta I - \sigma_{IS}I \qquad (3)$$

$$\frac{dR}{dt} = \delta I - \sigma_{RS}R \qquad (4)$$

นำสมการที่ได้มาวิเคราะห์ตามแบบมาตรฐานหาจุดสมดุล ซึ่งได้จุดสมดุลสองจุดคือ จุดสมดุลที่ไม่มีไวรัสและจุดสมดุลที่มีการระบาดของไวรัส (Leah,1998)

จุดสมดุลที่ไม่มีไวรัส (Disease Free Equilibriumแทนด้วย $E_0(S,A,I,R)$

ดังนั้น $E_0(S,A,I,R) = (0,\ T,\ 0,\ 0)$ เมื่อ $T < \dfrac{\delta + \sigma_{IS}}{(1-p)\beta_{AI}}$

ความเสถียรของระบบ (Stability of systems) **ที่จุด** $E_0(S,A,I,R)$

จะได้

$$J = \begin{bmatrix} -p\alpha A - \beta_{SI}I & -p\alpha S & -\beta_{SI}S + \sigma_{IS} & \sigma_{RS} \\ p\alpha A & p\alpha S - (1-p)\beta_{AI}I & -(1-p)\beta_{AI}A & 0 \\ \beta_{SI}I & (1-p)\beta_{AI}I & \beta_{SI}S + (1-p)\beta_{AI}A - \delta - \sigma_{IS} & 0 \\ 0 & 0 & \delta & -\sigma_{RS} \end{bmatrix}$$

หาสมการลักษณะเฉพาะ โดยให้ $\det(J-\lambda I) = 0$ ณ จุด E_0 (Esteva and Vagus,1998)

เมื่อ λ เป็นค่าลักษณะเฉพาะและ I เป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ขนาด 4×4

$$\det(J-\lambda I) = (-p\alpha T - \lambda)\big((1-p)\beta_{AI}T - \delta - \sigma_{IS} - \lambda\big)(-\sigma_{RS} - \lambda)$$

จะได้ $\lambda_1 = -p\alpha T, \lambda_2 = (1-p)\beta_{AI}T - \delta - \sigma_{IS}, \lambda_3 = -\sigma_{RS}$

ดังนั้น จุดสมดุลที่ไม่มีไวรัสมีความเสถียรภาพเมื่อ $\Re_0 < 1$

จุดสมดุลที่มีการระบาดของไวรัส (Disease Endemic Equilibrium) แทนด้วย $E_1(S^*,A^*,I^*,R^*)$ สามารถหาได้จากการจัดสมการ (1), (2), (3) และ (4) ให้เท่ากับศูนย์ (Leah,1998)

นั่นคือ $E_1(S^*,A^*,I^*,R^*) = \left(\dfrac{(1-p)\beta_{AI}I^*}{p\alpha}, \dfrac{-\beta_{SI}S^* + \delta + \sigma_{IS}}{(1-p)\beta_{AI}}, T - S^* - A^* - R^*, \dfrac{\delta I^*}{\sigma_{RS}}\right)$

ความเสถียรของระบบ (Stability of systems) **ที่จุด** $E_1\left(S^*, A^*, I^*, R^*\right)$

จะได้

$$J=\begin{bmatrix} -p\alpha A^*-\beta_{SI}I^* & -p\alpha S^* & -\beta_{SI}S^*+\sigma_{IS} & \sigma_{RS} \\ p\alpha A^* & p\alpha S^*-(1-p)\beta_{AI}I^* & -(1-p)\beta_{AI}A^* & 0 \\ \beta_{SI}I^* & (1-p)\beta_{AI}I^* & \beta_{SI}S^*+(1-p)\beta_{AI}A^*-\delta-\sigma_{IS} & 0 \\ 0 & 0 & \delta & -\sigma_{RS} \end{bmatrix}$$

หาสมการลักษณะเฉพาะโดยให้ $\det(J-\lambda I)=0$ ณ จุด E_1 (Esteva and Vagus,1998)

เมื่อ λ เป็นค่าลักษณะเฉพาะ และ I เป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ขนาด 4×4

$$\begin{aligned}\det(J-\lambda I)=\lambda^4&+(-A_1-A_5-A_9-A_{10})\lambda^3+\\ &(-B_4-B_5-B_6+A_1A_5+A_9A_{10}+(A_1+A_5)(A_9+A_{10}))\lambda^2+\\ &\begin{pmatrix}-B_2-B_3+(A_5+A_{10})B_4+(A_1+A_{10})B_5+\\ (A_9+A_{10})B_6-(A_1+A_5)A_9A_{10}-(A_9+A_{10})A_1A_5\end{pmatrix}\lambda\\ &+A_1A_5A_9A_{10}+A_5B_2+A_{10}B_3+B_1-A_5A_{10}B_4-A_1A_{10}B_5-A_9A_{10}B_6\end{aligned}$$

กำหนดให้

$$\begin{aligned}&A_1=-p\alpha A^*-\beta_{SI}I^*, A_2=p\alpha A^*, A_3=\beta_{SI}I^*, A_4=-p\alpha S^*,\\ &A_5=p\alpha S^*-(1-p)\beta_{AI}I^*, A_6=(1-p)\beta_{AI}I^*, A_7=-\beta_{SI}S^*+\sigma_{IS},\\ &A_8=-(1-p)\beta_{AI}A^*, A_9=\beta_{SI}S^*+(1-p)\beta_{AI}A^*-\delta-\sigma_{IS},\\ &A_{10}=-\sigma_{RS}, B_1=-\sigma_{RS}\delta A_2A_6, B_2=\sigma_{RS}\delta A_3, B_3=A_3A_4A_8+A_2A_6A_7,\\ &B_4=-A_3A_7, B_5=-A_6A_8, B_6=-A_2A_4\end{aligned}$$

เมื่อ

$$\begin{aligned}a_1&=-(A_1+A_5+A_9+A_{10})\\ a_2&=-B_4-B_5-B_6+A_1A_5+A_9A_{10}+(A_1+A_5)(A_9+A_{10})\\ a_3&=-B_2-B_3+(A_5+A_{10})B_4+(A_1+A_{10})B_5+(A_9+A_{10})B_6\\ &\quad-(A_1+A_5)A_9A_{10}-(A_9+A_{10})A_1A_5\\ a_4&=A_1A_5A_9A_{10}+A_5B_2+A_{10}B_3+B_1-A_5A_{10}B_4-A_1A_{10}B_5-A_9A_{10}B_6\end{aligned}$$

เพราะฉะนั้น $\lambda^4+a_1\lambda^3+a_2\lambda^2+a_3\lambda+a_4=0$

เงื่อนไข $a_i>0; i=1,2,3,4$ และ $a_1a_2a_3>a_3^2+a_1^2a_4$ (Leah,1998)

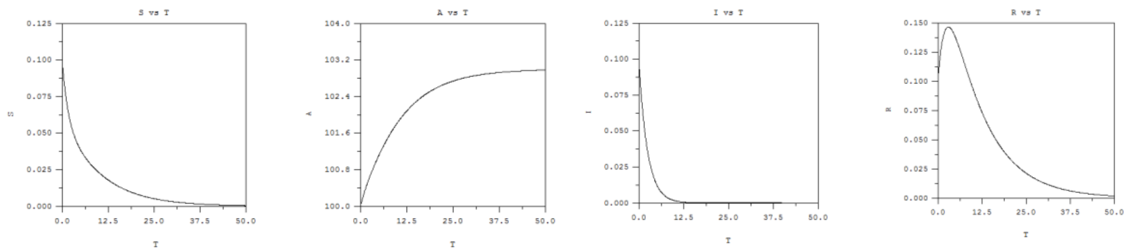
ดังนั้นจุดสมดุลที่มีการระบาดของไวรัส มีความเสถียรภาพเมื่อ $\Re_0>1$

ผู้วิจัยได้ศึกษาคำตอบเชิงตัวเลขโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ของจุดสมดุลที่ไม่มีไวรัสของตัวแบบการแพร่ระบาดของไวรัสคอมพิวเตอร์

พารามิเตอร์	ค่าพารามิเตอร์	อ้างอิง
β_{SI}	0.1 (เครื่อง/วัน)	Piqueira, J. et al. 2005
β_{AI}	0.02 (เครื่อง/วัน)	Piqueira, J. et al. 2005
∂_{IS}	0.1 (เครื่อง/วัน)	Piqueira, J. et al. 2005
∂_{RS}	0.1 (เครื่อง/วัน)	Piqueira, J. et al. 2005
α	0.5 (ครั้ง/วัน)	Piqueira, J. et al. 2005
ρ	0.9 (ครั้ง/วัน)	Jin, C. et al. 2004
δ	0.5 (ครั้ง/วัน)	Piqueira, J. et al. 2005

ผลกราฟของจุดสมดุลที่ไม่มีไวรัส

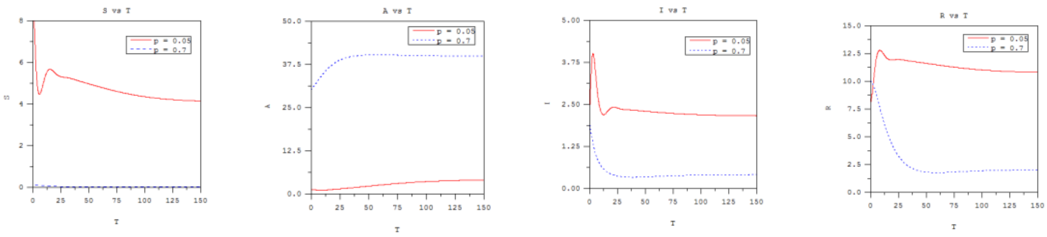


(a) (b) (C) (d)

ภาพที่ 3 กราฟคำตอบเชิงตัวเลขแสดงความสัมพันธ์ เมื่อ (a) จำนวนคอมพิวเตอร์ที่เสี่ยงต่อการติดไวรัส (b)จำนวนคอมพิวเตอร์ที่มีตัวต้านไวรัส (c) จำนวนคอมพิวเตอร์ที่ติดไวรัส และ (d) จำนวนคอมพิวเตอร์ที่มีภูมิคุ้มกันไวรัส เทียบกับเวลา (T)

จากกราฟจะเห็นได้ว่าคำตอบเชิงตัวเลขของระบบจะลู่เข้าสู่ จุดสมดุลที่ไม่มีไวรัส $E_0(0,\ 299,\ 0,\ 0)$ ที่ $\Re_0 = 0.996$

ผลกราฟของจุดสมดุลที่มีการระบาดของไวรัส



(a) **(b)** **(c)** **(d)**

ภาพที่ 4 กราฟคำตอบเชิงตัวเลขแสดงความสัมพันธ์ เมื่อ (a) จำนวนคอมพิวเตอร์ที่เสี่ยงต่อการติดไวรัส (b)จำนวนคอมพิวเตอร์ที่มีตัวต้านไวรัส (c) จำนวนคอมพิวเตอร์ที่ติดไวรัส และ (d) จำนวนคอมพิวเตอร์ที่มีภูมิคุ้มกันไวรัส เทียบกับเวลา (T)

จากกราฟจะเห็นได้ว่าคำตอบเชิงตัวเลขของระบบจะลู่เข้าสู่ จุดสมดุลที่มีการระบาดของไวรัส เมื่ออัตราการดูแลการปรับปรุงตัวต้านไวรัสเป็น $p = 0.05$ และ $p = 0.7$ จะได้ค่า $\Re_0 = 1.063$ และ $\Re_0 = 1.025$ ตามลำดับ

สรุป

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและวิเคราะห์เสถียรภาพตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของการแพร่ระบาดของไวรัสคอมพิวเตอร์ที่มีผลจากการปรับปรุงตัวต้านไวรัส ผลวิจัยพบว่าตัวแบบมีสองจุดสมดุล คือ จุดสมดุลที่ไม่มีไวรัส และจุดสมดุลที่มีการระบาดของไวรัส โดยในการวิเคราะห์จุดสมดุลและเสถียรภาพของจุดสมดุล ใช้วิธีการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน โดยค่าเสถียรภาพของระบบ Local asymptotically stable ที่ได้ต้องเป็นไปตามเงื่อนไขของ Routh - Hurwitz Criteria ทำให้สามารถพบค่าพารามิเตอร์ของ R_0 ซึ่งมีความจำเป็นภายใต้เงื่อนไขเพื่อให้ Local asymptotically stability of equilibrium state มีความเสถียร ในจุดสมดุลของจุดสมดุลที่ไม่มีไวรัส และจุดสมดุลที่มีการระบาดของไวรัส

จากการวิเคราะห์เชิงตัวเลขเพื่อศึกษาจุดสมดุลของตัวแบบ ศึกษาเสถียรภาพของจุดสมดุล และตรวจสอบเสถียรภาพของจุดสมดุลพบว่าจุดสมดุลทั้งสองเป็น Local asymptotically stable ณ จุดสมดุลที่ไม่มีไวรัส พบว่าค่าระดับการติดไวรัส (ย $_0$) เท่ากับ 0.996 และจุดสมดุลที่มีการระบาดของไวรัส พิจารณาค่าพารามิเตอร์อัตราการดูแลการปรับปรุงตัวต้านไวรัสแตกต่างกันด้วยค่า $p = 0.05$ ครั้ง/วัน และ $p = 0.7$ ครั้ง/วัน ได้ $\Re_0 = 1.063$ และ $\Re_0 = 1.025$ ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขของ Routh-Hurwitz Criteria คือ $\Re_0 > 1$ สรุปได้ว่า ตัวแบบคณิตศาสตร์มีจุดสมดุลที่ไม่มี

ไวรัส มีค่าระดับการติดไวรัส ($\mathfrak{R}_0$) เท่ากับ 0.996 และจุดสมดุลที่มีการระบาดของไวรัส จะมีค่าระดับการติดไวรัสเท่ากับ 1.063 และ 1.025 เมื่ออัตราการดูแลการปรับปรุงตัวต้านไวรัส (p) เท่ากับ 0.05 ครั้ง/วัน และ0.70 ครั้ง/วัน ตามลำดับ โดยการเพิ่มอัตราการดูแลการปรับปรุงตัวต้านไวรัส มีผลทำให้การแพร่ไวรัสคอมพิวเตอร์ที่มีผลจากการปรับปรุงตัวต้านไวรัส ลดน้อยลง

ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ข้อสรุปจากการศึกษาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์การแพร่ระบาดของไวรัสคอมพิวเตอร์ที่มีผลจากการปรับปรุงตัวต้านไวรัส โดยการเพิ่มอัตราการดูแลการปรับปรุงตัวต้านไวรัสจะทำให้การแพร่ไวรัสน้อยลง จึงควรเพิ่มการดูแลเครื่องคอมพิวเตอร์ และปัจจัยอื่นๆ เพื่อให้การใช้งานคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมสุขภาพสิ่งแวดล้อม. (10 กันยายน 2554). *สถิติไวรัสคอมพิวเตอร์*. สืบค้นจาก http://www.deqp.go.th

สำนักบริการเทคโนโลยีสารสนเทศภาครัฐ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (10 กันยายน 2554). *สถิติ Virus&Spam*. สืบค้นจาก http://www.mailcleaner.gits.net.th

ASTV ผู้จัดการ. (10 ธันวาคม 2554). *สถิติพบไวรัสทั่วโลกทุก 1วินาที 7.7 ตัว*. สืบค้นจาก http://www.manager.co.th/Cyberbiz

Esteva, L. & Vagus,C. (1998). *Analysis of a dengue disease Transmission model. Mathematical Bioscience*. 150,131-151.

Jin, C. et al (2004). *Email Virus Propagation Model Based on Effects of Removing Time and User Vigilance*. Department of Computer Science: Central China Normal University.

Leah, E.K., (1998). *Mathematical Models in Biology*. New York : Random House.

Piqueira, J. et al (2005). Epidemiological Models Applied to Viruses in Computer Networks. *Journal of Computer Science*: Mackenzie Presbiterian University.

Kongnuy, R. et al (2011). Optimal Control in a Novel Computer Virus Spread Model. *Journal of Information & Computational Science*: Chongqing University.