บทที่ 2

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

การสร้างเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงแบบมาร์คอฟเพื่อคาดคะเนจำนวนครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เขตการศึกษา 6 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือ เอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำเสนอวรรณคดีที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ตอนที่ 1 ความสำคัญในการคาดคะเนกำลังคนทางการศึกษา ตอนที่ 2 การวิเคราะห์มาร์คอฟ (Markov Analysis) ตอนที่ 3 การสร้างเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงแบบมาร์คอฟในการคาดคะเนกำลังคนทางการศึกษา รายละเอียดแต่ละตอนมีดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ความสำคัญในการคาดคะเนกำลังคนทางการศึกษา

การจัดการศึกษาจะประสบผลสำเร็จตามจุดหมายได้นั้นย่อมต้องอาศัยการวางแผนที่ดี ซึ่งการวางแผนการศึกษานั้นสิ่งที่จำเป็นมากอย่างหนึ่งก็คือการจัดทำแผนการใช้ครูหรือจำนวนครูที่ต้องการในอนาคต โดยจะต้องอาศัยเทคนิคในการคาดคะเน ซึ่งวิธีการคาดคะเนความต้องการกำลังคนทางการศึกษาที่มีผู้ใช้กันมี 6 แบบ (วิชิต หล่อจีระชุณห์กุลและคณะ, 2524; เกศินี วิชุรชาติ และคณะ, 2532; ดิลก บุญเรืองรอด, 2525; วิภาวี พิจิตบันดาล, 2529 ; Gould,F.J., Eppen,G.D. and Schmidt.,C.,1988; Render,B.and Stair,R.M.,1994) คือ

1. วิธีใช้แนวโน้มในอดีต (Extrapolation of Past Trends) เป็นวิธีการที่มีแนวความคิดว่าพฤติกรรมในอดีตของสิ่งที่จะคาดคะเนควรจะเพียงพอที่จะคาดคะเนพฤติกรรมในอนาคตได้ วิธีการคาดคะเนในประเภทนี้ ได้แก่

1.1 เทคนิคการทำให้เรียบ (Smoothing Technique) เป็นวิธีการที่เหมาะสำหรับใช้ในการคาดคะเนระยะสั้นและเหมาะสำหรับคาดคะเนค่าของตัวแปรที่มักมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนักในหนึ่งหน่วยเวลา วิธีการคาดคะเนนิยมใช้วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ (moving average method) ซึ่งให้น้ำหนักของสารสนเทศทุกช่วงเวลาเท่ากัน และวิธีทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (exponential smoothing) ซึ่งให้น้ำหนักของสารสนเทศมากในช่วงเวลาใกล้ปัจจุบัน และลดลงเมื่อช่วงเวลาของสารสนเทศห่างจากปัจจุบันมากขึ้น

1.2 การกรองแบบปรับได้ (Adaptive Filtering) เป็นการคาดคะเนโดยการใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในอดีตเป็นค่าพยากรณ์ แต่มีการกำหนดค่าน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสารสนเทศแต่ละช่วงเวลา

1.3 อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค (Classical Time Series Analysis) เป็นวิธีการคาดคะเนที่อาศัยปัจจัย 4 ประการคือ ปัจจัยแนวโน้ม(trend factor) ซึ่งเป็นการฉายภาพระยะยาว ปัจจัยวัฏจักร(cycle factor) ซึ่งเป็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงตามวงจร ปัจจัยฤดูกาล (seasonal factor) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาของวงจร และความรบกวนสุ่ม(random disturbance) ในการคาดคะเนต้องเลือกรูปแบบฟังก์ชันของปัจจัยทั้ง 4 แบบ จุดอ่อนของอนุกรมเวลาแบบคลาสสิคคือวิธีการนี้ไม่ใช่วิธีการเชิงสถิติ การทดสอบนัยสำคัญไม่อาจกระทำได้โดยตรง

1.4 อนุกรมเวลาแบบ Box-Jenkins เป็นวิธีการคาดคะเนที่ไม่มีการกำหนดรูปแบบตายตัวขึ้นก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ ในระหว่างการวิเคราะห์รูปแบบจะถูกกำหนดขึ้นมาเอง ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่ายและสามารถกระทำได้ด้วยมือโดยไม่ต้องอาศัยคอมพิวเตอร์

2. การคาดคะเนด้วยการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) เป็นวิธีการที่มีแนวความคิดว่าพฤติกรรมของสิ่งที่จะคาดคะเนถูกกำหนดขึ้นโดยสิ่งอื่น ๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์บางลักษณะกับสิ่งที่จะพยากรณ์โดยมีหลักการว่าค่าของตัวแปรที่จะคาดคะเน ซึ่งเรียกว่าตัวแปรตาม (dependent variable) ถูกกำหนดขึ้นโดยค่าของตัวแปรอิสระ (independent variable) ตัวเดียวหรือหลาย ๆ ตัว วิธีการนี้ได้รับความนิยมมากเพราะการคาดคะเนลักษณะนี้เป็นวิธีการเชิงสถิติซึ่งมีมาตรการวัดความถูกต้องและนัยสำคัญของสมการที่จะใช้พยากรณ์และของค่าพยากรณ์ จุดอ่อนของวิธีการนี้คือจำนวนข้อมูลที่จะต้องใช้ในการสร้างสมการถดถอยมีมาก เพราะข้อมูลที่จะต้องรวบรวมมีทั้งสิ่งที่จะคาดคะเน(ตัวแปรตาม) และปัจจัยภายนอกระบบ (ตัวแปรอิสระ) นอกจากนี้ตัวแปรอิสระต้องไม่สัมพันธ์กันหรือต้องเป็นอิสระต่อกัน ซึ่งเป็นไปได้ยากในสภาพความเป็นจริง

3. การคาดคะเนเชิงเศรษฐมิติ (Econometric Forecasting) เป็นวิธีการคาดคะเนที่ใช้ในเศรษฐศาสตร์ แนวคิดในการคาดคะเนได้จากชุดของสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางเศรษฐกิจและตัวแปรทางด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งที่เป็นตัวแปรเชิงปริมาณ และตัวแปรเชิงคุณภาพ ความได้เปรียบของการคาดคะเนเชิงเศรษฐมิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์การถดถอย คือตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันได้ และตัวแปรอิสระบางตัวถูก

กำหนดขึ้นเองภายใต้ตัวแบบ(model) และการคาดคะเนมีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการทุกสมการทั้งชุดพร้อมกันทำให้ความถูกต้องของการคาดคะเนเชิงเศรษฐมิติดีกว่าการวิเคราะห์การถดถอย

4. การโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) เป็นเทคนิคหนึ่งที่ใช้ในการวิจัยดำเนินงานและการวางแผนที่คำนึงถึงการใช้ทรัพยากรอย่างเหมาะสม โครงสร้างของการโปรแกรมเชิงเส้นตรงประกอบด้วยสมการเส้นตรงที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ในเรื่องที่ต้องการศึกษา ซึ่งเรียกว่าสมการเป้าหมาย อีกส่วนหนึ่งคือสมการ หรืออสมการขอบข่ายที่แสดงค่าของตัวแปรที่นำไปสู่การแก้สมการเป้าหมาย

5. วิธีการหาอัตราผลตอบแทน (Rate of Return Approach) นักเศรษฐศาสตร์มักคำนึงถึงอัตราผลตอบแทนเป็นสิ่งสำคัญในการลงทุน คือถ้าผลตอบแทนของการศึกษาสูง เมื่อเทียบกับผลตอบแทนของกิจการอื่นๆ ก็จะลงทุนการศึกษา ดังนั้นวิธีนี้จึงยึดหลักเกณฑ์การวิเคราะห์ผลประโยชน์และต้นทุนของการลงทุนเป็นหลัก

6. การวิเคราะห์มาร์คอฟ (Markov Analysis) เป็นการศึกษาตามหลักวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้เมทริกซ์และความน่าจะเป็นในการคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในอนาคต วิธีการวิเคราะห์นี้เหมาะสมกับการวิเคราะห์ในระดับจุลภาค

เมื่อเปรียบเทียบวิธีการคาดคะเนกำลังคนทางการศึกษาทั้ง 6 แบบ ในด้านความสะดวก และสภาพที่เหมาะสมในการใช้วิธีการดังกล่าวจะได้ผลสรุปดังตารางที่ 1 จากตารางจะเห็นว่าการวิเคราะห์มาร์คอฟเป็นการคาดคะเนกำลังคนที่ใช้ข้อมูลในอดีตเช่นเดียวกับวิธีการอื่น ๆ แต่การวิเคราะห์มาร์คอฟเป็นการวิเคราะห์การเลื่อนไหลหรือการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในแต่ละช่วงปี และเหมาะกับการคาดคะเนกำลังคนในระดับจุลภาค ซึ่งเป็นลักษณะที่ต่างจากวิธีการคาดคะเนแบบที่ 1-5

จากที่กล่าวมาข้างต้นแล้วนั้นจะพบว่าวิธีการคาดคะเนแบบที่ 1-5 เป็นวิธีการที่ มีผู้นำไปใช้ในการคาดคะเนกำลังคนมานานแล้ว แต่วิธีการวิเคราะห์มาร์คอฟเพิ่งเริ่มมีผู้นำไปใช้ในระยะเริ่มแรกเมื่อปี คศ. 1990 คือ Steve Chatman and Loren Jung วิธีการวิเคราะห์มาร์คอฟมีข้อดีและได้เปรียบกว่าวิธีอื่นตรงที่สามารถเห็นการเลื่อนไหลการเปลี่ยนแปลงของจำนวนบุคลากรที่จะคาดคะเน และสามารถคาดคะเนกำลังคนในระดับจุลภาคได้ซึ่งให้ผลที่ชัดเจนกว่า นอกจากนี้วิธีการวิเคราะห์มาร์คอฟไม่ต้องใช้สารสนเทศที่เป็นปัจจัยนอกระบบหรือตัว

แปรอิสระเหมือนวิธีการวิเคราะห์การถดถอย และการคาดคะเนเชิงเศรษฐมิติ ทำให้การรวบรวมข้อมูลทำได้เร็วขึ้น

ตารางที่ 1 ลักษณะของเทคนิคการคาดคะเนแต่ละแบบ

ลักษณะ	เทคนิคการทำให้เรียบ	การกรองแบบปรับได้	อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค	อนุกรมเวลาแบบ Box-Jenkins	การวิเคราะห์การถดถอย	การคาดคะเนเชิงเศรษฐมิติ	การโปรแกรมเชิงเส้นตรง	วิธีการหาอัตราผลตอบแทน	การวิเคราะห์มาร์คอฟ
1. ใช้ในการคาดคะเนระยะสั้น	/	/	/	/	/				
2. คำนวณง่าย/ มีโปรแกรมสำเร็จรูป	/	/	/	/	/				
3. ใช้ข้อมูลในอดีตของสิ่งที่จะคาดคะเน	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4. เป็นวิธีการเชิงสถิติที่ต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก					/	/	/		
5. การคาดคะเนในระดับจุลภาค								/	/
6. วิเคราะห์การเลื่อนไหลหรือการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล						/	/		/

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์มาร์คอฟ (Markov Analysis)

Anderson (1954), Goodman (1976), Kemeny และคณะ (1966), เกศินี วิฑูรชาติ และคณะ (2532) อธิบายความหมายของการวิเคราะห์มาร์คอฟไว้ สรุปได้ว่าการวิเคราะห์มาร์คอฟ คือ การศึกษาตามหลักวิชาคณิตศาสตร์ถึงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในอดีตและข้อมูลในปัจจุบัน เพื่อนำมาใช้ในการคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในอนาคตซึ่งนักคณิตศาสตร์ชาวรัสเซียชื่อ เอ มาร์คอฟ (A. Markov) ได้เป็นผู้พัฒนาวิธีการนี้เพื่อใช้คาดคะเนถึงการเปลี่ยนแปลงของอนุภาคของก๊าซ และต่อมาได้ถูกพัฒนามาใช้เป็นเครื่องมือ สำหรับคาดคะเนในเรื่องต่าง ๆ โดยเฉพาะทางด้านการตลาดที่ได้นำเครื่องมือนี้มาช่วยในการพิจารณาคาดคะเนถึงพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของผู้บริโภค และช่วยวางแผนกำลังคนให้กับธุรกิจได้

การวิเคราะห์มาร์คอฟใช้หลักการของความน่าจะเป็น (probability) และการปฏิบัติการของเมทริกซ์ (matrix operation) เป็นพื้นฐานสำคัญ ความน่าจะเป็นเหล่านี้กำหนดมาในรูปของเวคเตอร์และเมทริกซ์ ที่เรียกว่า เมทริกซ์การเปลี่ยนแปลง (transition matrix) และเวคเตอร์ความน่าจะเป็น (probability vector) เมทริกซ์การเปลี่ยนแปลง หมายถึง เมทริกซ์ที่แสดงให้ทราบถึงค่าความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงจากสภาวะเวลาหนึ่งไปอีกสภาวะเวลาหนึ่งของแต่ละทางเลือก และเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงจะเป็นเมทริกซ์จัตุรัส โดยที่แถวนอนแต่ละแถวเรียกว่าเวคเตอร์ความน่าจะเป็น

การพยากรณ์หรือการคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นนั้น จะเริ่มด้วยการหาผลคูณระหว่างเวคเตอร์ความน่าจะเป็นกับเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลง ซึ่งผลคูณที่ได้เป็นเวคเตอร์ความน่าจะเป็นในอนาคต ดังตัวอย่างในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงจำนวนพลเมืองใน 2 เขต ระหว่างปี พ.ศ. 2520-2521 (เกศินี วิฑูรชาติ และคณะ, 2532) ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

จากการสำรวจพลเมือง ปี พ.ศ. 2520 ปรากฏว่ามีพลเมืองอยู่ในเขต ก 2 ล้านคน เขต ข 3 ล้านคน แต่ปี พ.ศ. 2521 มีพลเมืองอยู่ในเขต ก 1.9 ล้านคน เขต ข 3.1 ล้านคน และในระหว่างปี พ.ศ. 2520 และ 2521 ปรากฏว่าคนที่อยู่ในเขต ก 4 แสนคนย้ายไปอยู่ในเขต ข แต่มีพลเมือง 3 แสนคน จากเขต ข ย้ายไปอยู่ในเขต ก (สมมติให้จำนวนพลเมืองทั้ง 2 เขตคงที่) รายละเอียดที่กล่าวมานี้ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนพลเมืองที่ย้ายออก ย้ายเข้า และคงอยู่ในเขต ก และ ข ปี พ.ศ. 2520 และ 2521

เขต	พลเมือง (ล้านคน)		รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงระหว่าง ปี พ.ศ. 2520-2521 (ล้านคน)		
	2520	2521	ย้ายออก	ย้ายเข้า	คงอยู่
ก	2	1.9	0.4	0.3	1.6
ข	3	3.1	0.3	0.4	2.7

เพราะฉะนั้นความน่าจะเป็นของคนที่อยู่ในเขต ก เมื่อปี พ.ศ. 2520 ยังคงอยู่ใน เขต ก ในปี พ.ศ. 2521 $=\frac{1.6}{2} = 0.8$

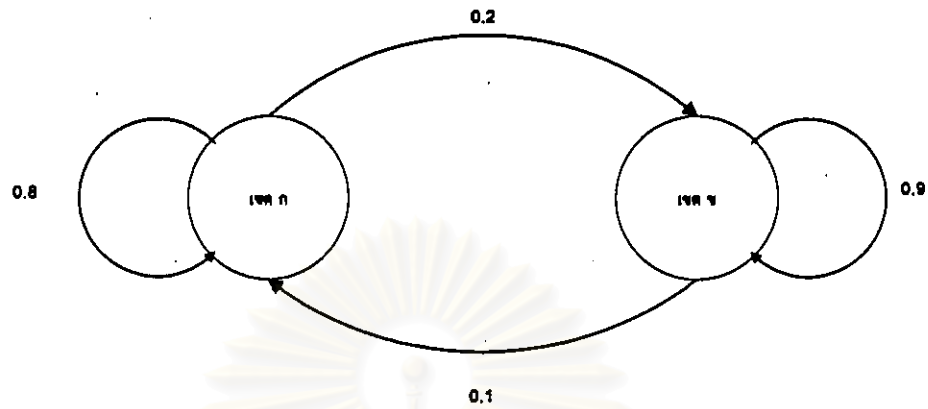
ความน่าจะเป็นของคนที่อยู่ในเขต ข เมื่อปี พ.ศ. 2520 ยังคงอยู่ใน เขต ข ในปี พ.ศ. 2521 $= \frac{2.7}{3} = 0.9$

ความน่าจะเป็นของคนที่อยู่ในเขต ก เมื่อปี พ.ศ. 2520 ย้ายไปในเขต ข ในปี พ.ศ.2521$= \frac{0.4}{2} = 0.2$

ความน่าจะเป็นของคนที่อยู่ในเขต ข เมื่อปี พ.ศ. 2520 ย้ายไปในเขต ก ในปี พ.ศ. 2521 $= \frac{0.3}{3} = 0.1$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงพลเมืองในเขต ก และ ข แสดงในรูปแผนภาพและเมทริกซ์ได้ ดังต่อไปนี้



แผนภาพที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงพลเมือง

$$
\begin{array}{l}
\text{ปี พ.ศ. 2521} \\
\qquad\qquad \text{เขต ก} \qquad\quad \text{เขต ข} \\
\text{ปี พ.ศ. 2520} \quad \begin{array}{l} \text{เขต ก} \\ \text{เขต ข} \end{array} \begin{bmatrix} \frac{1.6}{2} = 0.8 & \frac{0.4}{2} = 0.2 \\ \frac{0.3}{3} = 0.1 & \frac{2.7}{3} = 0.9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.8 & 0.2 \\ 0.1 & 0.9 \end{bmatrix}
\end{array}
$$

แผนภาพที่ 2 เมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงแบบมาร์คอฟ

สมาชิกในเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงแต่ละตัวเป็นค่าความน่าจะเป็น ความหมายของค่าความน่าจะเป็นในแต่ละแถวนอน และแต่ละแถวตั้ง มีดังนี้

1. แถวนอนที่ 1 แสดงว่าพลเมืองที่อยู่ในเขต ก ปี พ.ศ. 2520 ยังคงอยู่ในเขต ก ปี พ.ศ. 2521 เท่ากับ 0.8 และย้ายไปอยู่ในเขต ข เท่ากับ 0.2

2. แถวนอนที่ 2 แสดงว่าพลเมืองที่อยู่ในเขต ข ปี พ.ศ. 2520 ย้ายไปอยู่ เขต ก ปี พ.ศ. 2521 เท่ากับ 0.1 และยังคงอยู่ในเขต ข เท่ากับ 0.9

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. แถวตั้งที่ 1 แสดงว่าพลเมืองที่อยู่ในเขต ก ปี พ.ศ. 2521 ยังคงอยู่ใน เขต ก. เท่ากับ 0.8 และย้ายเข้ามาจากเขต ข. เท่ากับ 0.1 ของพลเมืองในเขต ข

4. แถวตั้งที่ 2 แสดงว่า ปี พ.ศ. 2521 เขต ข. ได้พลเมืองเพิ่มมาจาก เขต ก. เท่ากับ 0.2 ของพลเมืองในเขต ก และยังคงอยู่ในเขต ข. เท่ากับ 0.9

จากความหมายค่าความน่าจะเป็น 4 ข้อข้างต้น สรุปได้ว่า

ก. ค่าแต่ละค่าที่อยู่ในแถวทแยงจากบนซ้ายมาล่างขวา หมายถึง ค่าความน่าจะเป็นของการรักษาพลเมืองของตนไว้ของเขต ก และ ข

ข. ค่าแต่ละค่าที่อยู่ในแถวทแยงจากล่างซ้ายไปบนขวา หมายถึง ค่าความน่าจะเป็นของการที่พลเมืองเพิ่มจากการย้ายมาจากเขตอื่น หรือการที่พลเมืองลดลงจากการย้ายออกไปเขตอื่น

การวิเคราะห์มาร์คอฟ นอกจากจะสร้างเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงแบบมาร์คอฟแล้วยังต้องหาเวคเตอร์ความน่าจะเป็นด้วย จากข้อมูลจำนวนพลเมืองในตารางที่ 1 แสดงว่าในปี พ.ศ. 2520 เขต ก และ เขต ข มีพลเมืองเท่ากับ 2 และ 3 ล้านคน และ ปี พ.ศ. 2521 เขต ก และเขต ข มีพลเมืองเท่ากับ 1.9 และ 3.1 ล้านคน ตามลำดับ ดังนั้นความน่าจะเป็นของพลเมืองที่อยู่ในเขต ก และเขต ข เท่ากับ $\frac{1.9}{5}$ และ $\frac{3.1}{5}$ ตามลำดับซึ่งเขียนเป็นเวคเตอร์ความน่าจะเป็นได้ ดังนี้

	เขต ก	เขต ข	
ปี พ.ศ.2520	$\left[\frac{2}{5} = 0.40 \quad \frac{3}{5} = 0.60\right]$	$=$	$\begin{bmatrix} 0.40 & 0.60 \end{bmatrix}$
ปี พ.ศ.2521	$\left[\frac{1.9}{5} = 0.38 \quad \frac{3.1}{5} = 0.62\right]$	$=$	$\begin{bmatrix} 0.38 & 0.62 \end{bmatrix}$

จะเห็นว่า $\begin{bmatrix} 0.38 & 0.62 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.40 & 0.60 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.8 & 0.2 \\ 0.1 & 0.9 \end{bmatrix}$

จากเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงแบบมาร์คอฟและเวคเตอร์ความน่าจะเป็นที่คำนวณได้ นักวางแผนสามารถนำไปคาดคะเนจำนวนพลเมืองในเขต ก. และเขต ข ในอนาคตต่อไปได้ จึงกล่าวได้ว่าการวิเคราะห์มาร์คอฟ เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่จะช่วยผู้บริหารในการแก้ปัญหาหรือตัดสินใจบางอย่างได้รวมทั้งสามารถช่วยคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงเหตุการณ์ในอนาคต

ได้ โดยอาศัยวิธีการทางคณิตศาสตร์และสถิติเข้ามาช่วย ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการวางแผนกำลังคนได้

การวิเคราะห์มาร์คอฟเพื่อคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ในอนาคตดังกล่าวข้างต้นมีข้อตกลงเบื้องต้น 4 ข้อ ดังนี้

1. สภาพของระบบที่ต้องการคาดคะเนมีช่วงเวลาการคาดคะเนเป็นจำนวนปีหรือจำนวนช่วงเวลาที่จำกัดหรือเป็นจำนวนนับ

2. สภาพการเปลี่ยนแปลงของระบบในช่วงเวลาแต่ละช่วงมีค่าความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนแปลงคงเดิม

3. สภาพในอนาคตของระบบและเมทริกซ์ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงในระบบสามารถคาดคะเนได้จากข้อมูลในอดีตของระบบ

4. ขนาดและการดำเนินการของระบบมีค่าคงที่ตลอดช่วงเวลาการวิเคราะห์มาร์คอฟ

ตอนที่ 3 การสร้างเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงแบบมาร์คอฟในการคาดคะเนกำลังคนทางการศึกษา

นักวิจัยที่เป็นหนึ่งในผู้ริเริ่มที่นำเอาเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงแบบมาร์คอฟมาใช้ในการคาดคะเนกำลังคนทางการศึกษาคือ Chatman และ Jung (1991) นักวิจัยทั้ง 2 คนนี้ ได้ พัฒนาวิธีการประเมินกำลังคนโดยใช้เมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงแบบมาร์คอฟ เพื่อหารูปแบบการเปลี่ยนแปลงจำนวนบุคลากรในสถานศึกษาและคาดคะเนความต้องการบุคลากรในระดับจุลภาค โดยประมาณค่าจำนวนบุคลากรแยกตามตัวแปรต่าง ๆ เช่น อายุ สาขาวิชา และวิทยาเขต วิธีดำเนินการประเมินกำลังคน โดยใช้เมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงแบบมาร์คอฟ แบ่งได้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนบุคลากรในระบบการศึกษาระดับใดระดับหนึ่ง แยกตามตัวแปรเกี่ยวกับลักษณะบุคลากร เช่นแยกเป็นกลุ่มอายุและสาขาวิชา ในช่วง 5-8 ปีการศึกษา โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจะแยกประเภทของบุคลากรเป็น 3 ประเภท ตามลักษณะการเปลี่ยนแปลงของบุคลากรในแต่ละปี ดังนี้

1.1 บุคลากรที่ยังคงปฏิบัติงานในตำแหน่งหน้าที่เดิมเหมือนปีที่แล้วจนถึงปีปัจจุบัน เรียกว่า กลุ่มคงอยู่ (continuing group)

1.2 บุคลากรที่เคยปฏิบัติงานในตำแหน่งหน้าที่หนึ่งในปีที่แล้ว แต่ในปีปัจจุบันได้ลาออกจากราชการ ลาศึกษาต่อ ไปช่วยราชการที่อื่น เกษียณอายุ ถึงแก่กรรม หรือเปลี่ยนตำแหน่งหน้าที่ใหม่ เรียกว่า กลุ่มออกไป (exiting group)

1.3 บุคลากรที่เข้ามาในระบบราชการใหม่ ย้ายมาช่วยราชการ บรรจุใหม่หรือเปลี่ยนกลับมาปฏิบัติงานในตำแหน่งหน้าที่ใหม่ในปีปัจจุบัน เรียกว่า กลุ่มเข้ามา (entering or new hire group)

2. สร้างเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงแบบมาร์คอฟรายปี (annual Markovian transition matrix) ของบุคลากรในแต่ละช่วงปี จากข้อมูลในข้อ 1 จะได้เมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงรายปีรวม 4-7 เมทริกซ์ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงแบบมาร์คอฟรายปีของบุคลากร จำแนกตามสาขาวิชาและกลุ่มอายุ

กลุ่มอายุ / สาขาวิชา ประเภท		< 31	31-35	. . . . .	65
A	คงอยู่	a_{11}	a_{12}	. . . . .	a_{19}
	ออกไป	a_{21}	a_{22}	. . . . .	a_{29}
	เข้ามา	a_{31}	a_{32}	. . . . .	a_{39}
	รวม				
B	คงอยู่	b_{11}	b_{12}	. . . . .	b_{19}
	ออกไป	b_{21}	b_{22}	. . . . .	b_{29}
	เข้ามา	b_{31}	b_{32}	. . . . .	b_{39}
	รวม				
. . . . .		. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Z	คงอยู่	z_{11}	z_{12}	. . . . .	z_{19}
	ออกไป	z_{21}	z_{22}	. . . . .	z_{29}
	เข้ามา	z_{31}	z_{32}	. . . . .	z_{39}
	รวม				

3. นำเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงที่ได้ในข้อ 2 รวม 4-7 เมทริกซ์ มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อให้ได้เมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงแบบมาร์คอฟ ซึ่งเป็นเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงรายปีที่มีความคงที่ (stability) ลักษณะเมทริกซ์ที่ได้จะมีขนาดเหมือนเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงแบบมาร์คอฟรายปีตามตารางที่ 3

4. นำเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงแบบมาร์คอฟสำหรับบุคลากรโดยแยกตามกลุ่มอายุและสาขาวิชามาวิเคราะห์ โดยใช้ Chi-square เพื่อทดสอบสมมติฐานทางสถิติว่าค่าความน่าจะเป็นแต่ละกลุ่มอายุมีความแตกต่างกันหรือไม่ ถ้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจะเฉลี่ยเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงแบบมาร์คอฟเป็นชุดเดียว

5. ใช้เมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงที่ได้ในข้อ 4 คาดคะเนจำนวนบุคลากรในช่วงปีการศึกษา 5-10 ปีข้างหน้า จะได้ผลการคาดคะเนดังตารางที่ 4 ซึ่งแสดงปริมาณกำลังคนในระบบการศึกษาที่ต้องการในปีการศึกษา 1989-1998

ตารางที่ 4 ปริมาณกำลังคนในระบบการศึกษาที่ต้องการในปี คศ. 1989-1998

ปีการศึกษา / สาขาวิชา	1989	1990	.....	.....	.....	1998
A	a_1	a_2	.....	.....	.....	a_{10}
B	b_1	b_2	.....	.....	.....	b_{10}
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Z	z_1	z_2	.....	.....	.....	z_{10}

เมื่อพิจารณาขั้นตอนดำเนินงานในการคาดคะเนกำลังคนทางการศึกษาด้วยวิธีเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงแบบมาร์คอฟ จะเห็นได้ว่าวิธีการดำเนินงานมีหลักสำคัญอยู่ที่การสร้างเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงแบบมาร์คอฟ เมื่อได้เมทริกซ์นี้แล้วการคาดคะเนกำลังคนจะใช้หลักการคาดคะเนตามสภาพที่ควรจะเป็นจริงในอนาคตตามการเลื่อนไหลของกำลังคน โดยข้อตกลงเบื้องต้นว่าค่าความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงของบุคลากรรายปีมีค่าคงที่ และจำนวนบุคลากรที่เข้ามาในระบบและออกจากระบบจะมีแนวโน้มเหมือนที่ผ่านมาในอดีต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย