หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

การทบทวนผลงานที่ผ่านมา

2.1 คำนำ

ในปัจจุบันนี้มีแบบจำลองด้านการจราจรและขนส่งอยู่หลายชนิดด้วยกัน แต่ละชนิดมีกลไกการทำงานและคุณสมบัติที่เหมาะสมกับงานแตกต่างกันไป ดังนั้นการนำแบบจำลองไปใช้งานจึงต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการศึกษา พื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา และความสะดวกของการใช้แบบจำลองนั้นๆ วัตถุประสงค์ของการศึกษาส่วนมากจะนำไปใช้สำหรับการพยากรณ์ผลกระทบของการจัดการจราจรหรือการควบคุมในพื้นที่ศึกษา ต้องการพัฒนาแบบจำลองของการเกิดคิวในลักษณะที่คล้ายกับสภาพจริง เพื่อแสดงผลของการเกิดคิวที่ทางแยกต้นกระแส (Upstream Junction) และผลกระทบของคิวที่ทางแยกปลายกระแส (Downstream Junction) และต้องการที่จะสร้างแบบจำลองเพื่อนำมาใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ได้

ผลลัพธ์ที่ได้รับจากแบบจำลองด้านการจราจร จะนำไปศึกษาพฤติกรรมของการจราจรในพื้นที่ศึกษา เพื่อนำไปใช้ประเมินผลและจัดทำข้อเสนอแนะต่างๆ ของโครงการด้านการจราจรต่อไป ผลลัพธ์ดังกล่าวนี้มักแสดงผลอยู่ในรูปของ ปริมาณการจราจรของกลุ่มยวดยาน ความยาวคิว (Queue) ความล่าช้า (Delay) และความเร็วของกลุ่มยวดยาน เป็นต้น

นอกจากนี้การเลือกใช้แบบจำลองด้านการจราจร ผู้ใช้จำเป็นที่จะต้องศึกษาเพื่อให้ทราบถึงหลักการทำงานของโปรแกรมต่างๆ สมมุติฐานต่างๆ ที่ใช้ในแบบจำลอง ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้จะต้องตรวจสอบและเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาพของพื้นที่ศึกษานั้นๆ เมื่อเข้าใจแล้วจึงตัดสินใจคัดเลือกแบบจำลองที่มีความเหมาะสม ใกล้เคียงกับความต้องการของการศึกษาให้มากที่สุด

2.2 แบบจำลองด้านการจราจรที่ใช้

2.2.1 โปรแกรม SATURN

SATURN (Simulation and Assignment of Traffic to Urban Road Network) พัฒนาขึ้นโดย

ITS (Institute of Transport Studies) แห่งมหาวิทยาลัยลีดส์ (Leeds University) ประเทศอังกฤษ

ปัจจุบันโปรแกรมนี้ได้รับการพัฒนาถึง Version 8 ภาษาที่ใช้คือฟอร์แทน 77 ใช้งานบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ โปรแกรม SATURN มีความสามารถในการทำงานทั้งทางด้าน Assignment และทางด้าน Simulation โดยที่ผลจากขั้นตอนการทำ Traffic Assignment จะให้ปริมาณการจราจรบนถนนของโครงข่าย ปริมาณของยวดยานที่เลี้ยวบริเวณทางแยก ข้อมูลต่างๆ เหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในการจัดทำ Simulation ต่อไป ซึ่งผลลัพธ์ของการจัดทำ Simulation คือ ความล่าช้าบริเวณทางแยก (Junction Delay) และการสร้างความสัมพันธ์ค่าปริมาณการจราจรและความล่าช้าที่ทางแยกในรูปของ Flow Delay Curve ผลลัพธ์นี้จะใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำ Traffic Assignment ในรอบถัดไป ในลักษณะของการวนซ้ำ การทำงานดังกล่าวจะดำเนินไปจนกระทั่งปริมาณของยวดยานจากตารางการเดินทาง (Trip Matrix) ถูกจัดลงบนเส้นทางในโครงข่าย จนได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับปริมาณการจราจรที่ได้จากการสำรวจบนถนน

ในส่วนของการจัดทำ Simulation จะใช้วิธีการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของยวดยานที่ผ่านตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งบนโครงข่ายกับคาบเวลาช่วงหนึ่ง เรียกว่า Flow Profile โดยการจำลอง Flow Profile ทุกๆ รอบเวลา หรือเรียกว่า Cyclic Flow Profile ในแต่ละรอบเวลาสัญญาณไฟ ช่วงเวลาจะถูกแบ่งย่อยเป็นช่วงเวลาขนาดสั้นๆ โปรแกรมจะทำการสร้าง Flow Profile ที่เริ่มเข้ามาของยวดยานบน Link แล้วคำนวณรูปแบบของ Flow Profile ที่ตำแหน่งต่างๆ บนโครงข่าย โดยเฉพาะที่บริเวณทางแยก โดยอาศัยหลักการของ Platoon Dispersion ความยาวคิวจะคิดคำนวณจากปริมาณการจราจร ซึ่งสรุปจาก Cyclic Flow Profile ที่บริเวณทางแยก โดยนำปริมาณของยวดยานที่ได้จาก Cyclic Flow Profile มาคูณกับความยาวเฉลี่ยของยวดยาน ความยาวคิวที่คำนวณได้นี้ จะไม่สะท้อนพฤติกรรมของคิวที่เกิดขึ้นจริงบนทางแยก กล่าวคือ การเข้ามาของยวดยานบริเวณทางแยก จะเข้ามาจอดอยู่ที่บริเวณเส้นหยุด (Stop Line) พร้อมๆ กันทุกคัน หรืออีกนัยหนึ่งคือ จอดในลักษณะซ้อนกันขึ้นไปในแนวดิ่ง จึงเรียกคิวประเภทนี้ว่า คิวในแนวดิ่ง (Vertical Queue) คิวประเภทนี้ไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบของการเกิดคิวของยวดยานในสภาพจริงที่จอดเรียงกันไปตามถนนและการปิดกั้นทางแยก ทำให้ระยะทางที่ยวดยานจะเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระบนช่วงถนนต้องลดลงไป

การแบ่งประเภทของยวดยาน แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ ยวดยานธรรมดา และรถประจำทาง โดยการจำลองโครงข่ายเส้นทางของรถประจำทาง (Bus Route) พร้อมไปกับเส้นทางปกติ

ความสามารถของโปรแกรม สามารถจำลองสภาพโครงข่ายถนนที่ประกอบด้วยทางแยกสัญญาณไฟ ทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟ (Priority Junction) และแบบวงเวียน (Roundabout) นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ออกมาเป็นรูปภาพกราฟฟิกได้อีกด้วย

พลอมุกกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.2 หลักการทำงานของโปรแกรม SATURN

โปรแกรม SATURN เป็นโปรแกรมที่จัดอยู่ในประเภท Macroscopic Model เป็นโปรแกรมที่มีขนาดใหญ่ การทำงานจึงต้องแบ่งออกเป็นโปรแกรมย่อยๆ ตามหน้าที่ของการทำงานของโปรแกรมย่อยต่างๆ ตามรูปที่ 2.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของแบบจำลอง SATURN

การทำงานของโปรแกรม SATURN ประกอบด้วยโปรแกรมย่อย ดังต่อไปนี้ คือ

1. โปรแกรมสร้างโครงข่าย "SATNET" ใช้สำหรับจัดรูปแบบของแฟ้มข้อมูลให้เหมาะสม เพื่อนำไปใช้กับโปรแกรม SATASS และ SATSIM ต่อไป

2. โปรแกรมการจัดเส้นทาง "SATASS" ใช้จัดยวดยานลงบนโครงข่าย เพื่อส่งผลไปให้โปรแกรมด้าน ซิมูเลชั่น นำไปคำนวณหาความล่าช้า และ Flow-Delay Curve ต่อไป

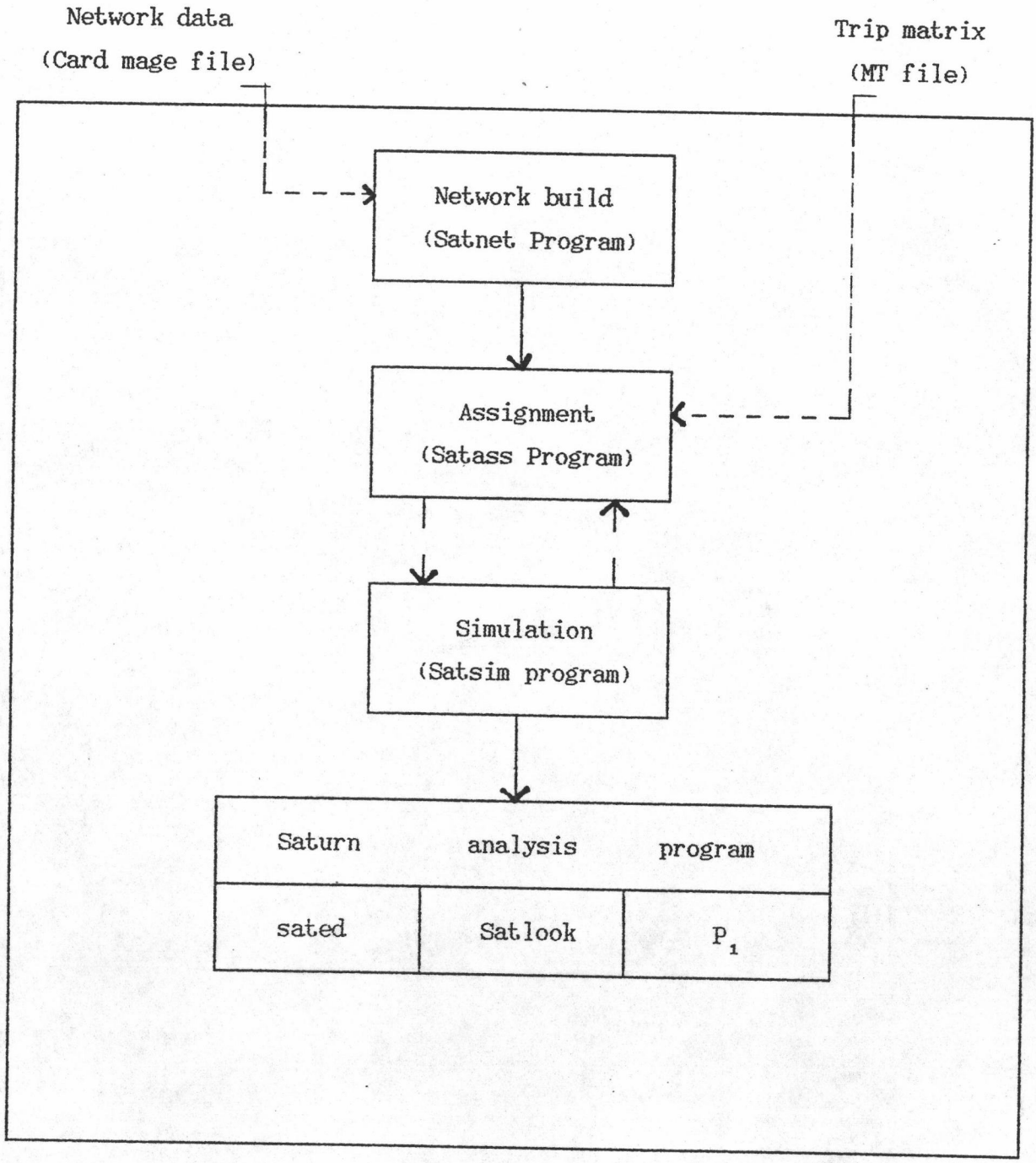
3. โปรแกรมซิมูเลชั่น "SATSIM" ใช้จำลองยวดยานผ่านโครงข่าย เพื่อคำนวณหาความล่าช้า (Delay) และหาความสัมพันธ์ของ Flow Delay Curve ของทางแยก

4. โปรแกรมวิเคราะห์ "SATLOOK" เป็นโปรแกรมที่ใช้ดูผลของการจำลองสภาพการจราจรตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้กำหนด

5. โปรแกรมแก้ไขโครงข่าย "SATED" ใช้สำหรับเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขลักษณะทางกายภาพของ Node ภายในโครงข่าย

6. โปรแกรมพล็อตกราฟ "P1" ใช้แสดงข้อมูลโครงข่ายถนนให้ออกทางจอภาพหรือพล็อตเตอร์ พริ้นเตอร์ ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้

การทำงานของโปรแกรมย่อย SATNET จะทำการตรวจสอบข้อมูลสภาพการจราจรเบื้องต้น และให้ผลลัพธ์ออกมาในรูปของ Fatal Error, Non-Fatal Error และ Warning ต่อจากนั้นโปรแกรม SATNET ก็จะทำการจัดรูปแบบของข้อมูลให้เหมาะสมเพื่อนำไปใช้กับโปรแกรมทางด้านการจัดเส้นทางการจราจร และ ซิมูเลชั่น นอกจากนี้โปรแกรมย่อย SATNET ยังใช้กำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ควบคุมสภาพการจราจรบนโครงข่ายอีกด้วย



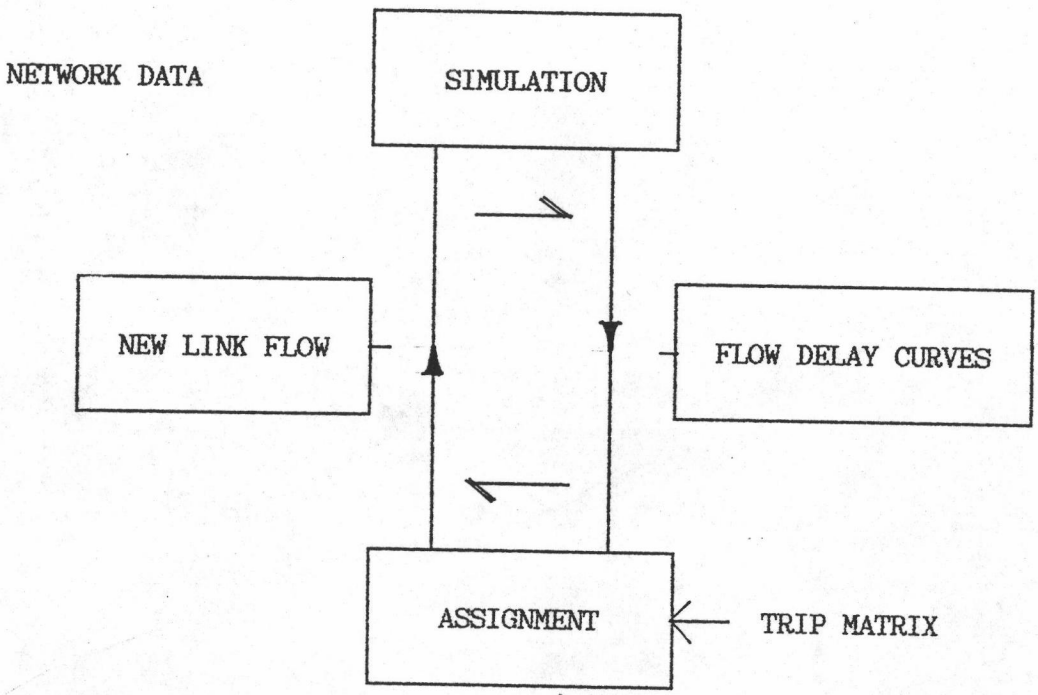
รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการทำงานของแบบจำลอง Saturn

การทำงานของโปรแกรมย่อย SATASS เป็นโปรแกรมทางด้านการจัดทำ Traffic Assignment หรือการจัดการจราจรลงบนโครงข่าย โปรแกรมจะทำการจัดการจราจรจากข้อมูลความต้องการในการเดินทางลงบนโครงข่ายถนน วิธีการจัดการจราจรลงบนโครงข่ายถนนนั้นจะดำเนินการโดยการคำนวณหาเส้นทางที่สั้นสุดจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดหมายปลายทางต่างๆ ทุกๆ จุด จากนั้นจึงจัดปริมาณการจราจรบางส่วนลงไปบนเส้นทาง เพื่อคำนวณเวลาในการเดินทางใหม่ (ความเร็วในการเดินทางหรือเวลาในการเดินทางจะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการจราจร) และจัดการจราจรลงไปบนเส้นทางใหม่อีกครั้งหนึ่ง แล้วคำนวณหาความเร็วในการเดินทางใหม่ ดำเนินการเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าความเร็วในการเดินทางจะใกล้เคียงกันจนครบทุกๆ จุดต้นทางและจุดหมายปลายทาง พร้อมทั้งมีการปรับเปลี่ยนปริมาณการจราจรบนแต่ละเส้นทางไปพร้อมกันด้วย โดยโปรแกรมย่อย SATASS จะใช้กระบวนการที่เรียกว่า Equilibrium Assignment

การทำงานของโปรแกรมย่อย SATSIM เป็นโปรแกรมทางด้านการจัดทำ Traffic Simulation หรือการจัดการจราจรบนโครงข่ายโดยละเอียด หลังจากที่ใช้โปรแกรมย่อย SATASS จัดทำ Traffic Assignment เสร็จแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จะได้ปริมาณการจราจรบนเส้นทางต่างๆ และเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่บนแต่ละช่วงถนน แต่จะไม่ได้รับผลลัพธ์ที่ชัดเจนเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ตัดกัน และความล่าช้าของการติดขัดที่บริเวณทางแยก ผลลัพธ์โดยละเอียดนี้จะได้รับจากการจัดทำ Traffic Simulation โดยใช้โปรแกรมย่อย SATSIM นั่งเอง

ส่วนการทำงานของโปรแกรมย่อย SATLOOK, SATED และ P1 เป็นโปรแกรมที่ใช้ดูตัวแปรต่างๆ ทางด้านการจราจร และสามารถแสดงตัวแปรเหล่านี้บนโครงข่ายถนนในลักษณะของภาพกราฟฟิกได้อีกด้วย เช่น ปริมาณการจราจรบนแต่ละช่วงถนน เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากจุดเริ่มต้นถึงจุดหมายปลายทาง ความเร็วบนแต่ละช่วงถนน ความยาวคิวของยวดยาน ค่าของ Degree of Saturation และตำแหน่งของทางแยกวิกฤต เป็นต้น

การใช้โปรแกรมย่อย SATASS และ SATSIM จะต้องใช้งานในลักษณะที่ต่อเนื่องกัน โดยที่ปริมาณการจราจรที่ได้รับจากการใช้โปรแกรม SATASS จะย้อนกลับไปใช้กับโปรแกรมย่อย SATSIM เพื่อนำไปจัดการจราจรบนส้นทางโดยละเอียดอีกครั้งหนึ่ง การทำงานของโปรแกรมย่อยทั้งสองเป็นลักษณะของการวนซ้ำ ดังแสดงตามรูปที่ 2.2 การทำในลักษณะนี้จะสิ้นสุดลงเมื่อร้อยละของการเปลี่ยนแปลงปริมาณการจราจรของการจัดเส้นทางใหม่ มีค่าน้อยเพียงพอ หรือเกินกว่าจำนวนของ Iteration ที่ผู้ใช้กำหนดการทำงานของโปรแกรมย่อย SATASS/SATSIM ในลักษณะของการวนซ้ำนี้ โดยทั่วไปจะสิ้นสุดการทำงานด้วยโปรแกรมย่อย SATSIM หรือโปรแกรมทางด้านการจัดทำ Traffic Simulation นั่นเอง



รูปที่ 2.2 แสดงขบวนการจัดทำ Simulation และการจัดทำ Assignment ของโปรแกรม SATURN

2.3 การประมาณตารางการเดินทางจากปริมาณการจราจร (Matrix Estimation from Volume Count

2.3.1 กระบวนการประมาณตารางการเดินทางจากปริมาณการจราจร (Matrix Estimation from Traffic Counts)

การประมาณตารางการเดินทางด้วยวิธี ME2 แบ่งออกได้ 2 กรณี คือ

1. การประมาณตารางการเดินทางกรณีที่ไม่มีตารางการเดินทางเริ่มต้น (No Prior Trip Matrix) โดยทั่วไป กรณีนี้จะสมมุติให้ตารางการเดินทางเริ่มต้นของแต่ละคู่พื้นที่ย่อย มีค่าเท่าๆ กัน กล่าวคือ การกำหนดให้ Tij = 1 ดังนั้นเราจึงเรียกเมตริกในกรณีได้อีกอย่างหนึ่งว่า เมตริกหนึ่ง

2. การประมาณตารางการเดินทางกรณีที่มีตารางการเดินทางเริ่มต้น (Prior or Old Trip Matrix) เป็นกรณีที่ใช้ตารางการเดินทางที่มีอยู่แล้วจากปีก่อนมาปรับปรุงใช้ในปีปัจจุบัน กรณีนี้จะทำให้ได้ตารางการเดินทางที่มีความถูกต้องมากกว่ากรณีแรก

ทั้งสองกรณีมีหลักการที่สำคัญคือ ปริมาณการจราจรที่ได้จากแบบจำลองการจัดเส้นทางการจราจร (Traffic Assignment Model) มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณการจราจรที่สำรวจจริงในสนาม ณ ตำแหน่งเดียวกัน จากหลักการดังกล่าวนี้ จึงสามารถสรุปสมการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญๆ ได้ ดังต่อไปนี้คือ

$$Va = \sum_{ij} Tij\ Pij^{a} \qquad \text{.....} \qquad (2.1)$$

กำหนดให้

Tij คือ ปริมาณการเดินทางจากโซน i ไปยังโซน j

Pij^{a} คือ ความน่าจะเป็นของการเดินทางจากโซน i ไปยังยังโซน j บนเส้นทาง a

Va คือ ปริมาณการจราจรบนเส้นทาง a ที่ได้จากแบบจำลอง

เมื่อนำปริมาณการจราจรที่ได้จากแบบจำลองการจัดเส้นทางการจราจร มาเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณการจราจรจริงในสนาม ณ ตำแหน่งเดียวกัน จะได้

$$Va = Va = \sum_{ij} Tij\ Pij^{a} \qquad \text{.....} \qquad (2.2)$$

โดยที่

Va คือ ปริมาณการจราจรที่ได้จากการสำรวจในสนาม บนเส้นทาง a

การวิเคราะห์แบบจำลองการประมาณการเดินทาง ได้ใช้วิธีการ Entropy Maximising Technique โดยการพิจารณาเลือกตารางการเดินทางที่ให้ค่าของ Entropy มากที่สุด

กำหนดให้ $S = \log W$

$= \log (T! / Tij !)$

$= \log T! - \log Tij !$

$= \log T! - (Tij \log Tij - Tij)$

$$\text{Maximise } S = - \sum_{ij} (Tij \log_e Tij - Tij) \quad \text{.....} \quad (2.3)$$

Subject to

$$\overline{Va} - \sum_{ij} Tij \, Pij^a = 0$$

โดยที่ $Tij \geq 0$

กำหนดให้ W คือ จำนวนเส้นทางที่สามารถจัดสรร (Assign) ปริมาณการเดินทางทั้งหมดลงไปได้สำหรับแต่ละคู่พื้นที่ย่อย โดยมีสมมุติฐานที่ใช้คือ ตารางการเดินทางที่มีค่า W มากที่สุด จะเป็นตารางการเดินทางที่มีจำนวนเส้นทางมากที่สุด และเป็นตารางการเดินทางผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้

ในการแก้ปัญหานี้ได้จัดให้อยู่ในรูปของ Lagrangian Function ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นที่ได้รวมเอา Constraint เข้าไว้ในสมการด้วย ดังนี้

กรณีที่ 1 ไม่มีตารางการเดินทางเริ่มต้น

$$T_{ij} = \exp(-\sum_a \lambda_a P_{ij}^a)$$
$$= TT \exp(-\lambda_a P_{ij}^a)$$
$$= TT\, x_a P_{ij}^a \quad \text{.....} \quad (2.4)$$

กรณีที่ 2 มีตารางการเดินทางเริ่มต้น

$$T_{ij} = t_{ij} \exp(-\sum_a \lambda_a P_{ij}^a)$$
$$= t_{ij} \exp(-\lambda_a P_{ij}^a)$$
$$= t_{ij}\, x_a P_{ij}^a \quad \text{.....} \quad (2.5)$$

กำหนดให้

x_a = ค่า Balancing Factors

t_{ij} = ตารางการเดินทางเริ่มต้น จากโซน i ไปยังโซน j

λ_a = ค่า Lagrangian Multipliers

จากสมการที่ (2.4) และ (2.5) เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณตารางการเดินทางในกรณีที่ไม่มีตารางการเดินทางเริ่มต้น และกรณีที่มีตารางการเดินทางเริ่มต้นตามลำดับ จะเห็นได้ว่า สมการในการวิเคราะห์ตารางการเดินทางในกรณีไม่มีตารางการเดินทางเริ่มต้น มีรูปแบบเหมือนกับในกรณีที่มีตารางการเดินทางเริ่มต้น เพียงแต่กำหนดให้ค่า t_{ij} เท่ากับ 1 ทุกคู่พื้นที่ย่อย ซึ่งหมายความว่า ความต้องการในการเดินทางของทุกๆ คู่พื้นที่ย่อยมีความสำคัญเท่ากันทุกคู่พื้นที่

งานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีประมาณการเดินทาง โดยกำหนดให้มีตารางการเดินทางเริ่มต้น ซึ่งได้พัฒนาตารางการเดินทางเริ่มต้นขึ้นเอง โดยกำหนดปริมาณการเดินทางที่จุดปลาย (Trip End) ของแต่ละพื้นที่ย่อยให้มีความสัมพันธ์กับจำนวนประชากรของพื้นที่ย่อยนั้นๆ แล้วใช้วิธี Furness Method ทำตารางการเดินทางระหว่างคู่พื้นที่ย่อยต่างๆ

การประมาณตารางการเดินทางจากปริมาณการจราจร เป็นกระบวนการย้อนกลับของกระบวนการจัดเส้นทางการเดินทาง กล่าวคือ การจัดเส้นทางการเดินทางเริ่มจากข้อมูลตารางการเดินทางที่มีอยู่ได้ผลลัพธ์สุดท้ายคือ ปริมาณการจราจรบนเส้นทาง ส่วนกระบวนการประมาณตารางการเดินทางจากปริมาณการการจราจรนั้น เริ่มจากข้อมูลปริมาณการจราจรบนเส้นทาง มีผลลัพธ์สุดท้ายคือ ตารางการเดินทาง การประมาณตารางการเดินทางต้องใช้ข้อมูลหลัก 2 ส่วน ส่วนแรกคือ ข้อมูลปริมาณการจราจร

(Traffic Volume) บนเส้นทาง และส่วนที่สองคือ ระบบโครงข่ายถนน (Road Network) ในรูปแบบของ Node และ Link ภายในพื้นที่ศึกษา จากนั้นจึงใช้สมมุติฐานของ Matrix Estimation เพื่อทำการประมาณตารางการเดินทาง โดยมีกระบวนการในลักษณะกว้างๆ ดังรูปที่ 2.3

2.3.2 กระบวนการจัดเส้นทางการเดินทาง (Traffic Assignment Process)

กระบวนการจัดเส้นทางการเดินทาง เป็นกระบวนการจัดปริมาณการจราจรจากตารางความต้องการเดินทางลงบนเส้นทาง ประกอบด้วยข้อมูลหลัก 2 ส่วน ส่วนแรกคือ ตารางการเดินทาง (Trip Matrix) ซึ่งเป็นข้อมูลที่อธิบายปริมาณความต้องการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อย และข้อมูลส่วนที่สองคือ ระบบโครงข่ายถนน (Road Network) ที่แสดงอยู่ในรูปของ Node และ Link ภายในพื้นที่ศึกษา ในกระบวนการจัดเส้นทางการเดินทางนั้นจะใช้ทฤษฎีการจัดเส้นทางการเดินทางและการจัดสรร (Assign) จำนวนการเดินทางลงบนเส้นทางด้วยวิธีต่างๆ กระบวนการจัดเส้นทางการเดินทางมีขั้นตอนในลักษณะกว้างๆ ดังรูปที่ 2.4

2.4 ข้อดีและข้อเสียของโปรแกรม SATURN

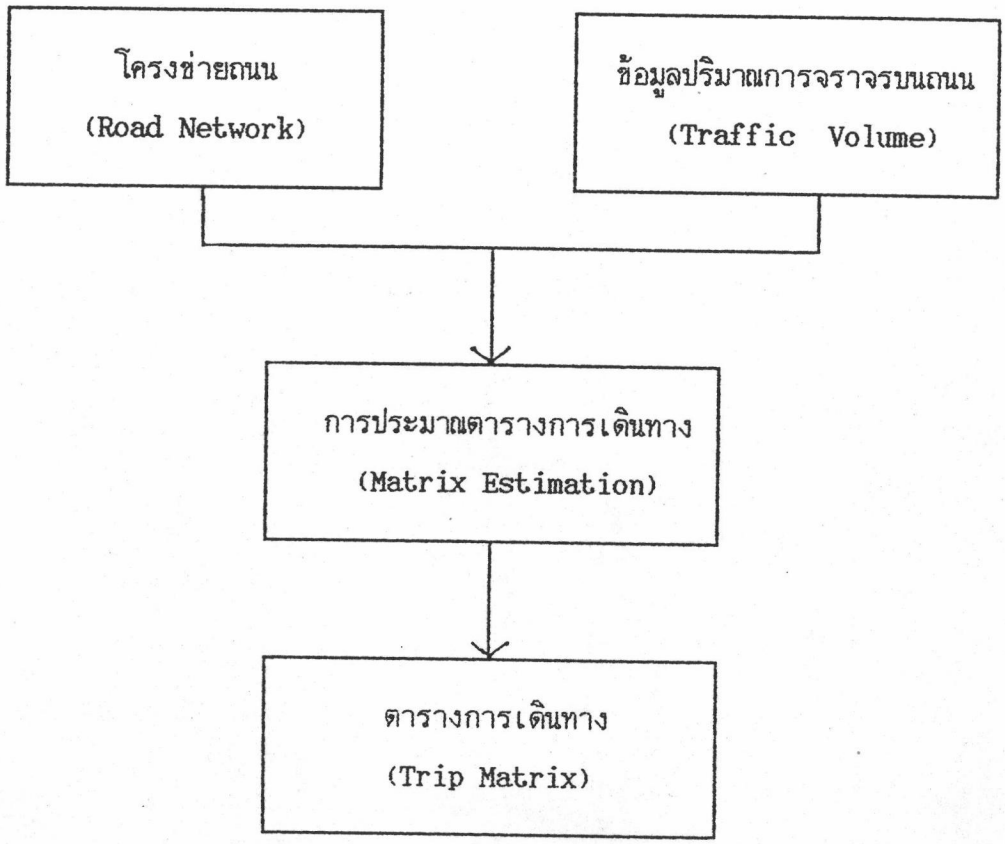
โปรแกรม SATURN เป็นโปรแกรมที่ใช้จำลองสภาพการจราจรบนถนน ที่ต่อเนื่องกันเป็นโครงข่าย ประกอบด้วยข้อดี 4 ประการคือ

1. ได้รวมแบบจำลองการจราจร คือ Trafiic Simulation Model และ Traffic Assignment Model ไว้เข้าด้วยกัน เพื่อใช้วิเคราะห์โครงการจัดการด้านการจราจร

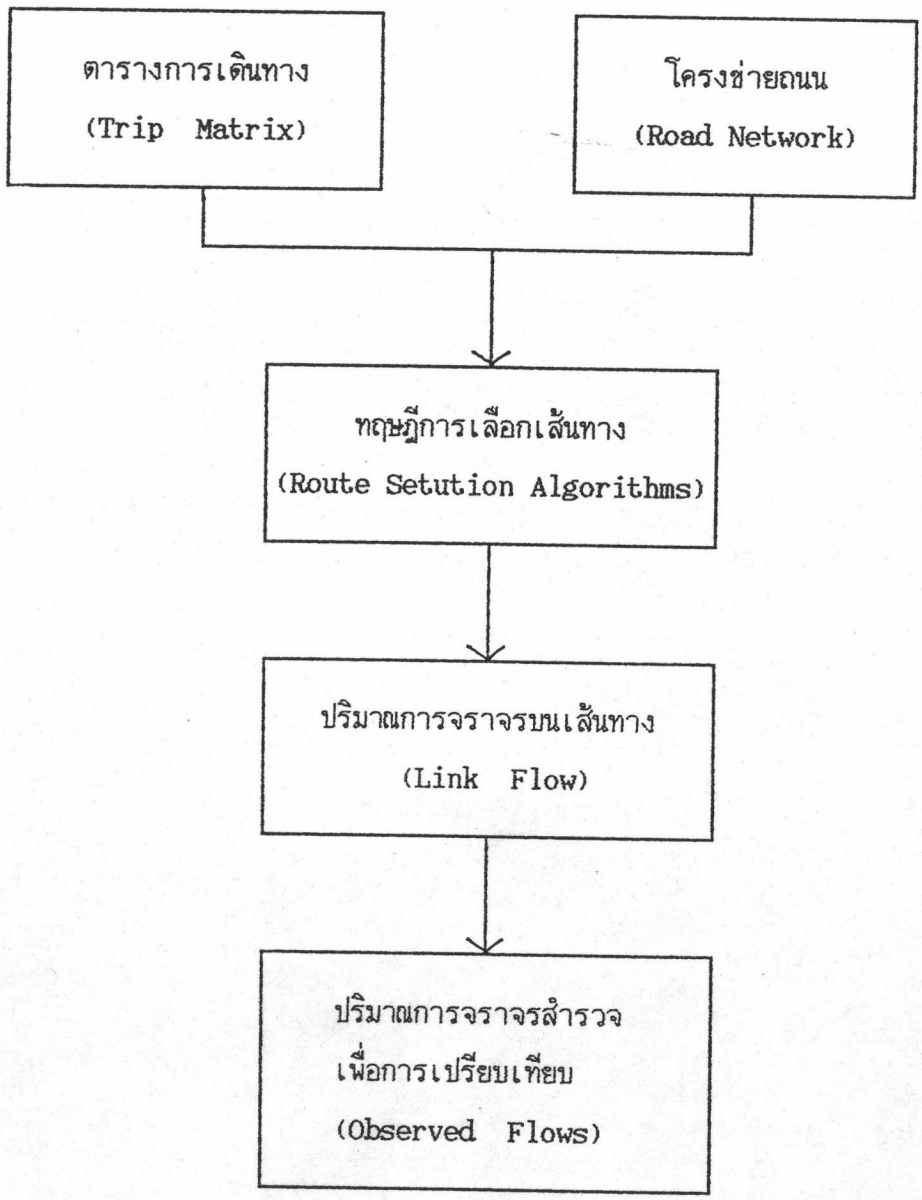
2. เป็นแบบจำลอง Conventional Assignment Model เพื่อใช้วิเคราะห์โครงข่ายถนนบนพื้นที่ศึกษาขนาดใหญ่ๆ ได้ (ประมาณ 2,500 Links)

3. มีแบบจำลองทางด้าน Simulation เพื่อใช้วิเคราะห์สภาพการจราจรของแต่ละทางแยกได้

4. ได้สภาพการจราจรที่ต้องการ จากสภาพการจราจรที่กำหนดให้เป็นข้อมูลเริ่มต้น เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ระบบของโครงข่ายต่อไป



รูปที่ 2.3 กระบวนการประมาณตารางการเดินทางจากปริมาณการจราจร



รูปที่ 2.4 กระบวนการจัดเส้นทางการเดินทาง

สำหรับข้อเสียของโปรแกรม SATURN เวอร์ชั่น 7 (ที่ใช้ในการศึกษา) พอสรุปได้ดังต่อไปนี้คือ

1. การจำลองสภาพการจราจรบนโครงข่าย เหมาะสำหรับปริมาณการจราจรที่ต่ำกว่าค่า Capacity ของทางแยก ส่วนการจำลองสภาพการจราจรที่มีปริมาณการจราจรสูง จะไม่ค่อยได้ผลดีนัก

2. ความยาวคิวที่ได้ไม่ได้สะท้อนพฤติกรรมความยาวคิวที่เกิดขึ้นจริง ทำให้ความยาวคิวนี้ไม่ส่งผลกระทบของความยาวคิวที่มีต่อระยะทางที่ยวดยานจะเคลื่อนที่ได้บนช่วงถนนที่ลดลงไป

3. การจัดระบบบัสเลน ไม่สะท้อนพฤติกรรมของยวดยานที่แท้จริง กล่าวคือ การจำลองจะจัดให้รถบัสวิ่งปะปนไปกับยวดยานอื่นๆ บนช่วงถนน ไม่ใช่การวิ่งไปตามช่องทางที่กำหนดอย่างแท้จริง